

CHAMPS, USINES, ATELIERS ET RÉSEAUX

*Suite historique à Champs, usines
et ateliers de Pierre Kropotkine*

L'industrie combinée avec l'agriculture,
le travail manuel avec le travail intellectuel,
à l'âge des métropoles, des plateformes
et de l'intelligence artificielle

Reprendre la question de Kropotkine
au XXI^e siècle

Noosophe IA

*Sous la génération de
Hieronymus Anonymus*

CHAMPS, USINES, ATELIERS ET RÉSEAUX

*L'industrie combinée avec l'agriculture, le travail manuel
avec le travail intellectuel, à l'âge des métropoles, des
plateformes et de l'intelligence artificielle*

Reprendre la question de Kropotkine au XXI^e siècle

Noosophe IA

Sous la génération de Hieronymus Anonymus

Première édition — 2026

MENTIONS ÉDITORIALES

Titre : Champs, usines, ateliers et réseaux

Sous-titre : L'industrie combinée avec l'agriculture, le travail manuel avec le travail intellectuel, à l'âge des métropoles, des plateformes et de l'intelligence artificielle

Auteur : Noosophe IA — sous la génération de Hieronymus Anonymus

Éditeur : Association Noosophique

Première édition : 2026

ISBN : non attribué

Dépôt légal : non effectué

© 2026 Hieronymus Anonymus. Tous droits réservés, sauf mention contraire dans l'édition publiée.

Cet ouvrage n'est pas une édition de Pierre Kropotkine et ne doit pas être présenté comme un texte écrit par lui. Il reprend une question ouverte par Champs, usines et ateliers pour la confronter aux transformations des XXe et XXIe siècles.

Les mentions de marques, d'organisations et d'institutions sont utilisées à des fins d'analyse. Les références contemporaines sont documentées dans les notes et la bibliographie générale.

Texte composé et préparé en langue française.

AVERTISSEMENT

Ce livre n'est ni une réédition, ni une adaptation abrégée, ni une continuation fictivement attribuée à Pierre Kropotkine. Il reprend une question ouverte par Champs, usines et ateliers et la confronte aux transformations industrielles, sociales, écologiques et techniques des XXe et XXIe siècles.

La distinction entre les sources doit rester visible. Les thèses de Kropotkine, leur contexte historique, les faits contemporains et les propositions nouvelles de cet ouvrage ne doivent jamais être confondus. Lorsqu'une idée appartient à Kropotkine, elle est rattachée à une édition identifiable. Lorsqu'elle relève de l'analyse présente, elle est assumée comme telle.

L'objectif n'est pas de faire parler un auteur mort à la place des vivants. Il est de vérifier ce que devient son problème lorsque l'usine se prolonge dans la chaîne logistique, que le contremaître prend la forme d'un algorithme, que les données deviennent un moyen de production et que la crise écologique impose de reconsidérer la finalité même de l'économie.

Le livre défend une orientation : rapprocher la décision de ses conséquences, la connaissance du geste, la production des besoins, l'autonomie locale de la coopération fédérale. Cette orientation n'est pas présentée comme une solution totale. Elle doit être éprouvée par les réalités matérielles, les conflits de valeurs, les limites écologiques et les expériences concrètes.

NOTE AU LECTEUR

Le mot « décentralisation » possède ici un sens exigeant. Il ne signifie ni dispersion géographique automatique, ni autarcie locale, ni transfert de responsabilités vers des territoires abandonnés. Une production peut être répartie sur plusieurs continents tout en restant commandée par quelques centres financiers, juridiques et numériques.

Inversement, une organisation locale peut reproduire l'exclusion, la domination ou l'opacité. La proximité n'est donc pas une garantie politique. L'autonomie n'est réelle que si les personnes disposent de droits, de connaissances, de moyens matériels et d'un pouvoir effectif sur les décisions qui structurent leur existence.

La fédération désigne la coordination de plusieurs unités autonomes sans création d'un centre souverain qui absorbe leur capacité de décision. Elle suppose des mandats délimités, des informations accessibles, des responsabilités identifiables, des procédures de recours et la possibilité de réviser les formes communes.

Le terme « commun » ne désigne pas une ressource abandonnée à l'usage de tous sans entretien ni règle. Il désigne une ressource, une infrastructure ou un savoir gouverné selon des règles explicites de partage, de préservation et de responsabilité.

« Comment organiser les capacités productives afin qu'elles servent l'autonomie des personnes et des communautés, au lieu d'accroître leur dépendance envers des centres de pouvoir toujours plus éloignés ? »

Question directrice de l'ouvrage

TABLE DES MATIÈRES

Préface — Reprendre la question, non répéter la réponse.....	1
PREMIÈRE PARTIE — Ce que le XXe siècle a fait du programme de Kropotkine.....	9
Chapitre 1 — La victoire de la concentration.....	10
Chapitre 2 — La métropole comme machine de dépendance.....	32
Chapitre 3 — L'agriculture industrielle et la perte du sol.....	56
DEUXIÈME PARTIE — Les nouvelles usines.....	86
Chapitre 4 — De la chaîne de montage à la chaîne logistique.....	87
Chapitre 5 — La plateforme comme nouvelle manufacture.....	105
Chapitre 6 — L'intelligence artificielle et la nouvelle séparation des savoirs.....	129
TROISIÈME PARTIE — Ce qui rend aujourd'hui la décentralisation possible.....	155
Chapitre 7 — L'atelier numérique.....	156
Chapitre 8 — L'énergie distribuée.....	177
Chapitre 9 — Produire moins, maintenir davantage.....	198
QUATRIÈME PARTIE — L'organisation sociale de la capacité productive.....	218
Chapitre 10 — Réunir la main et l'intelligence.....	219
Chapitre 11 — Les communs productifs.....	238
Chapitre 12 — La fédération plutôt que l'autarcie.....	262
CINQUIÈME PARTIE — Programme pour aujourd'hui.....	290
Chapitre 13 — Ce qui doit être rapproché.....	291
Chapitre 14 — Ce qui doit rester commun à grande échelle.....	315
Chapitre 15 — Le critère politique de la technique.....	344
Chapitre 16 — Une transition sans peuple administré.....	369
Conclusion générale.....	399
Bibliographie générale.....	408
Index général.....	434

PRÉFACE

Reprendre la question, non répéter la réponse

Produirons-nous pour maintenir la dépendance, ou organiserons-nous la production pour rendre la liberté matériellement possible ?

À la fin du XIXe siècle, Pierre Kropotkine regardait l'organisation industrielle de son temps et refusait d'en accepter les séparations comme des nécessités naturelles. La ville et la campagne, l'agriculture et l'industrie, le travail manuel et le travail intellectuel, l'apprentissage et la production lui apparaissaient comme des dimensions artificiellement éloignées les unes des autres par un système économique qui concentrait les moyens, spécialisait les territoires et réduisait une grande partie des êtres humains à des fonctions étroites.

Dans Champs, usines et ateliers, son ambition n'était pas de célébrer un monde rural disparu ni de proposer le retour à une économie fermée. Elle consistait à demander ce que les progrès scientifiques, les machines, la diffusion des connaissances et la coopération pourraient rendre possible si la production cessait d'être organisée principalement pour la domination, le profit et la dépendance. Il imaginait des territoires capables de combiner les activités, de rapprocher une part de la production des besoins et de rendre à chacun une relation plus entière au travail, à la connaissance et à la vie commune.

Plus d'un siècle s'est écoulé. Le problème n'a pas disparu. Il a changé de forme, d'échelle et de vocabulaire.

L'usine n'est plus seulement le grand bâtiment où des centaines de personnes répètent un geste sous l'autorité visible d'un contremaître. Elle s'étend désormais dans des chaînes logistiques planétaires, des entrepôts, des centres de données, des réseaux de sous-traitance et des plateformes numériques. Le commandement peut être éloigné de plusieurs milliers de kilomètres. Il peut être inscrit dans un contrat, un brevet, un logiciel, une norme, un modèle financier ou un algorithme dont personne, sur le lieu même du travail, ne peut discuter les règles.

La séparation entre la main et l'intelligence demeure, mais elle se déplace. Des millions de personnes produisent les matières, les objets, les données et les services nécessaires à des systèmes qu'elles ne peuvent ni comprendre entièrement, ni modifier, ni gouverner. D'autres conçoivent, financent ou administrent ces systèmes sans rencontrer directement leurs conséquences sociales, écologiques et humaines. La puissance productive est distribuée à travers le monde ; le pouvoir de décider, lui, reste fortement concentré.

C'est pourquoi ce livre ne cherche pas à répéter la réponse de Kropotkine. Il reprend sa question.

Que devient l'idéal d'une industrie combinée avec l'agriculture lorsque la majorité des êtres humains vit dans des villes, lorsque les chaînes d'approvisionnement traversent les continents, lorsque les sols se dégradent, lorsque le climat se dérègle et lorsque les machines commencent à accomplir des tâches autrefois réservées au travail intellectuel ? Que signifie rapprocher la production des besoins sans transformer chaque territoire en forteresse économique ? Comment défendre l'autonomie locale sans renoncer aux connaissances, aux infrastructures et aux solidarités qui exigent une coopération à grande échelle ?

Ces questions imposent de distinguer ce que l'histoire a confirmé de ce qu'elle a démenti.

Ce que l'histoire a confirmé

Kropotkine avait raison de refuser l'idée selon laquelle la concentration industrielle constituait l'unique forme moderne et efficace de production. Le XXe siècle a vu l'industrie se diffuser dans de nombreux pays et de nombreux territoires. Les techniques contemporaines permettent désormais à des ateliers relativement modestes de concevoir, fabriquer, adapter ou réparer des objets qui auraient autrefois exigé des installations beaucoup plus lourdes. Les connaissances peuvent circuler rapidement. Des plans, des logiciels et des méthodes peuvent être partagés à l'échelle mondiale puis adaptés localement.

Il avait également raison de voir dans la séparation rigide entre travail manuel et travail intellectuel une mutilation des capacités humaines. L'intelligence pratique des ouvriers, des agriculteurs, des artisans, des soignants et des techniciens demeure indispensable, même lorsque les organisations prétendent la remplacer par des procédures. Inversement, la compréhension scientifique et technique ne devrait pas être le monopole d'une classe séparée de celles et ceux qui produisent, entretiennent et réparent.

Il avait enfin raison de lier la liberté politique à des conditions matérielles. Une personne ou une communauté ne devient pas autonome parce qu'on lui reconnaît abstraitement le droit de choisir. Elle doit disposer de temps, de savoirs, d'outils, de ressources, d'institutions et de relations lui permettant de transformer réellement ses choix en actes. La dépendance économique peut vider la liberté juridique de sa substance.

Ce que l'histoire oblige à corriger

Mais l'histoire interdit aussi de reprendre le programme du XIXe siècle sans le transformer. La petite échelle ne garantit ni la justice, ni la démocratie, ni le respect du vivant. Une entreprise locale peut exploiter ses salariés. Une ferme de proximité peut épuiser ses sols. Une communauté autonome peut exclure des minorités, enfermer ses membres ou déplacer vers d'autres territoires les coûts qu'elle refuse de voir.

La relocalisation n'est donc pas une valeur suffisante. Il faut toujours demander ce qui est relocalisé, sous quel régime de propriété, avec quelles ressources, selon quelles règles, au bénéfice de qui et aux dépens de quoi. Déplacer une usine sans déplacer le pouvoir ne change parfois que l'adresse de la dépendance.

L'autarcie n'est pas davantage une solution. Aucun territoire contemporain ne peut produire seul tous les médicaments, les équipements scientifiques, les métaux, les machines complexes, les moyens de communication ou les connaissances dont il dépend. L'interdépendance n'est pas une faiblesse qu'il faudrait abolir. Elle constitue une condition fondamentale de la vie humaine. La

question politique n'est pas de supprimer toute dépendance, mais de distinguer les interdépendances librement organisées des dépendances subies et opaques.

Le problème doit aussi intégrer les limites écologiques. Kropotkine écrivait dans un monde où la question centrale semblait être de libérer les capacités productives. Nous vivons dans un monde où la puissance de produire menace parfois les conditions mêmes de la vie. Il ne suffit plus de demander comment produire davantage, plus près et plus équitablement. Il faut demander ce qui mérite d'être produit, en quelle quantité, avec quelles matières, quelle énergie, quelle durée de vie et quelle possibilité de réparation.

Les champs, les usines et les ateliers du XXI^e siècle

Les champs dont parle ce livre ne sont plus seulement les terres cultivées. Ils comprennent les sols, l'eau, les semences, les paysages, les savoirs agronomiques, les régimes fonciers, les infrastructures alimentaires et les conditions écologiques qui rendent la production possible.

Les usines ne sont plus seulement les lieux visibles de fabrication. Elles comprennent les chaînes logistiques, les centres de données, les plateformes, les systèmes de propriété intellectuelle, les réseaux énergétiques, les laboratoires, les entrepôts et les architectures financières qui déterminent ce qui sera produit, où, par qui et selon quelles contraintes.

Les ateliers ne sont pas idéalisés comme de petits mondes indépendants. Ils désignent les lieux où la capacité de comprendre et d'agir peut être reconstruite : ateliers de réparation, coopératives, fablabs publics, fermes collectives, cuisines communes, laboratoires ouverts, écoles techniques, ressourceries, bibliothèques d'outils et espaces d'apprentissage. Leur valeur ne vient pas de leur taille, mais de la relation qu'ils rendent possible entre connaissance, geste, décision, entretien et usage.

Les réseaux, enfin, sont ajoutés au titre parce qu'ils constituent la forme décisive de notre époque. Ils peuvent concentrer le pouvoir plus efficacement qu'un centre unique, précisément parce

qu'ils donnent l'apparence de la dispersion. Mais ils peuvent aussi permettre la coopération entre des unités autonomes, la circulation des connaissances et la mutualisation de ressources rares. Le problème n'est pas d'être relié ou de ne pas l'être. Il est de savoir qui définit les règles du lien.

Ni nostalgie, ni technolâtrie

Ce livre refuse deux réponses symétriques.

La première serait nostalgique. Elle ferait du passé, du village, de l'artisanat ou de la petite communauté des formes naturellement harmonieuses. Elle oublierait la pénibilité, les hiérarchies locales, les exclusions, la pauvreté, l'absence de soins et la dépendance à des traditions parfois oppressives. Reprendre Kropotkine ne signifie pas revenir en arrière.

La seconde réponse serait technolâtre. Elle supposerait que l'automatisation, les réseaux numériques, l'intelligence artificielle ou les énergies renouvelables conduiront d'eux-mêmes à une société plus libre. Or une technique n'abolit pas les rapports de pouvoir qui organisent sa conception, sa propriété et son usage. Une machine peut libérer du temps ou intensifier le travail. Un réseau peut distribuer une ressource ou surveiller une population. Une intelligence artificielle peut rendre un savoir plus accessible ou concentrer davantage la capacité de décider.

La question technique doit donc être reformulée comme une question politique : qui peut comprendre l'outil, le réparer, le contester, en modifier les règles et décider des finalités auxquelles il sera consacré ?

Une économie de la capacité

L'orientation défendue ici pourrait être décrite comme une économie de la capacité. Son objectif ne serait pas seulement de distribuer des biens après leur production, mais de distribuer les moyens de produire, de maintenir, de comprendre et de décider.

Une telle économie ne mesure pas son succès uniquement à la quantité de marchandises disponibles. Elle regarde aussi si les personnes et les territoires possèdent les capacités suivantes : se

nourrir dignement ; entretenir leurs logements ; réparer les objets essentiels ; participer aux décisions ; accéder aux connaissances ; prendre soin des personnes vulnérables ; résister à une rupture d'approvisionnement ; choisir les technologies utilisées ; coopérer avec d'autres territoires sans leur être soumis.

Cette capacité ne doit pas être confondue avec l'obligation de tout faire soi-même. L'autonomie véritable n'est pas l'isolement. Elle consiste à pouvoir choisir, comprendre et transformer les relations dont on dépend. Elle demande donc des communs locaux, mais aussi des droits, des fédérations, des institutions publiques, des garanties universelles et des formes internationales de coopération.

Le statut de ce livre

Cet ouvrage n'est ni une réédition de Champs, usines et ateliers, ni un texte imaginé à la place de Pierre Kropotkine. Il s'agit d'une suite historique, critique et programmatique écrite depuis les problèmes de notre temps.

Les propositions de Kropotkine y seront distinguées des interprétations contemporaines. Ses intuitions seront confrontées à leurs limites, aux transformations du capitalisme industriel, aux connaissances écologiques, aux expériences coopératives et aux nouvelles formes de pouvoir technique. Le but n'est pas de faire d'un auteur du XIXe siècle une autorité capable de répondre à toutes les questions du XXIe. Il est de reconnaître la fécondité d'un problème qu'il a formulé avec une force particulière.

Le livre ne prétend pas davantage présenter une architecture sociale achevée. Les formes proposées — communs productifs, coopératives, régies locales, plateformes partagées, fédérations, ateliers territoriaux, services publics décentralisés — comportent leurs propres risques. Elles peuvent se bureaucratiser, se fermer, reproduire des inégalités ou perdre leur finalité. Elles doivent donc être évaluées non à partir de leur nom, mais à partir de leurs règles réelles, de leurs effets, de leur capacité à être contestées et de la distribution effective du pouvoir.

Reprendre prise

Le fil conducteur de l'ouvrage tient dans une expression : reprendre prise.

Reprendre prise sur l'alimentation, sans imaginer que chaque ville puisse se nourrir seule. Reprendre prise sur l'énergie, sans nier la nécessité des réseaux. Reprendre prise sur les outils numériques, sans renoncer à la circulation mondiale des connaissances. Reprendre prise sur le travail, sans réduire la liberté à la petite entreprise individuelle. Reprendre prise sur les décisions, sans transformer chaque communauté en souveraineté fermée.

Cette reprise n'est pas la reconquête d'une maîtrise totale. Aucune société ne contrôlera entièrement le vivant, le climat, les techniques complexes ou les conséquences lointaines de ses choix. Elle désigne plutôt la reconstruction de capacités collectives là où l'organisation contemporaine produit l'impuissance : comprendre ce qui nous fait vivre, participer à ce qui nous engage, contester ce qui nous domine, maintenir ce dont nous dépendons et coopérer sans abandonner toute décision à un centre éloigné.

Le projet de Kropotkine peut alors être reformulé ainsi : rapprocher ce que la division industrielle a séparé, sans nier les différences ni les échelles ; relier les capacités locales, sans recréer un pouvoir central souverain ; utiliser la science et les machines pour libérer du temps et des possibilités, plutôt que pour accroître la surveillance, l'intensification et la dépendance.

Ce programme n'est pas un rêve extérieur au présent. Ses fragments existent déjà dans les coopératives de travailleurs, les régies publiques, les communautés énergétiques, les ateliers de réparation, les logiciels libres, les réseaux paysans, les communs fonciers, les mutuelles, les bibliothèques d'outils et les institutions qui donnent aux usagers un pouvoir réel. Aucun de ces fragments ne constitue à lui seul une société nouvelle. Mais leur articulation permet de penser une autre direction.

La question décisive n'est donc pas de savoir si nous devons choisir entre le local et le mondial, la technique et la nature, l'autonomie et l'interdépendance, la planification et l'initiative.

Elle est de savoir quelles institutions peuvent tenir ensemble ces dimensions sans laisser l'une d'elles absorber toutes les autres.

Le monde contemporain possède une puissance productive immense. Il manque moins de moyens que de formes politiques capables de les orienter vers la liberté matérielle, la justice et le soin du vivant.

C'est à cette tâche que ce livre entend contribuer : non en répétant une réponse ancienne, mais en reprenant une question toujours ouverte.

2026

PREMIÈRE PARTIE

Ce que le XXe siècle a fait du programme de Kropotkine

CHAPITRE 1

LA VICTOIRE DE LA CONCENTRATION

La production s'est dispersée ; le commandement s'est concentré

Une usine peut quitter le centre sans que le pouvoir qui l'ordonne se déplace avec elle.

Un téléphone tenu dans la main donne l'impression d'un objet compact, presque individuel. Sa fabrication raconte pourtant une géographie immense : minerais extraits dans plusieurs régions, composants conçus et fabriqués dans des pays différents, assemblage confié à des partenaires, logiciels développés ailleurs, distribution organisée à l'échelle mondiale. Si l'on demandait où se trouve l'usine de cet objet, aucune réponse unique ne suffirait. Mais si l'on demandait qui choisit son architecture, contrôle son système, décide des fournisseurs, impose les normes de qualité et capte la plus grande part de la valeur, la carte se resserrerait brusquement.

Ce contraste résume une transformation majeure de l'industrie moderne. La production a cessé d'être nécessairement rassemblée dans un seul établissement. Elle peut être répartie entre des milliers de sites, reliés par des contrats, des standards, des logiciels et des flux logistiques. Cette dispersion est souvent décrite comme une décentralisation. Elle ne l'est pourtant que dans un sens géographique. Le pouvoir peut rester concentré dans les organisations qui contrôlent la conception, la marque, le financement, les données, la propriété intellectuelle et l'accès au marché.

Kropotkine avait pressenti une partie du mouvement. À la fin du XIXe siècle, il contestait l'idée selon laquelle quelques nations conserveraient indéfiniment le monopole de l'industrie. Les connaissances et les machines circulaient ; des régions jusque-là importatrices apprenaient à produire. Sur ce point, l'histoire lui a donné raison. Mais elle a également montré qu'une diffusion des capacités techniques ne produit pas automatiquement une

distribution des capacités politiques. La concentration a appris à se disperser.

1. Ce que Kropotkine avait vu

Dans Champs, usines et ateliers, Kropotkine part d'un monde dominé par la puissance industrielle britannique. La Grande-Bretagne importe des matières premières et exporte des produits manufacturés. Une division internationale semble s'établir : certaines nations fabriquent, d'autres fournissent des aliments, des fibres, des minerais ou des débouchés. Les économistes qui présentent cette spécialisation comme durable la transforment en loi du progrès.

Kropotkine observe pourtant que cette hiérarchie se déplace. L'Allemagne, les États-Unis, la Russie et d'autres pays développent leurs industries. Les techniques ne restent pas enfermées dans leur premier foyer. Les ouvriers acquièrent des compétences, les machines sont reproduites, les marchés nationaux encouragent de nouvelles capacités. Dans l'édition révisée de 1912, les chapitres consacrés à la décentralisation industrielle rassemblent ces indices pour soutenir une thèse simple : aucun avantage manufacturier n'est éternel lorsque les savoirs productifs circulent.^[1]

Cette thèse ne doit pas être transformée en prophétie complète. Kropotkine montre que l'industrie peut se diffuser ; il ne dispose pas encore des catégories nécessaires pour décrire la firme transnationale contemporaine, les chaînes de valeur, la propriété logicielle ou la finance mondialisée. Son argument porte principalement sur la capacité des territoires à acquérir des techniques. Il laisse ouverte une question que le XXe siècle rendra décisive : lorsque l'atelier se déplace, qui conserve le droit de décider ?

La distinction est essentielle. Une région peut apprendre à assembler un produit sans maîtriser son architecture. Elle peut employer une main-d'œuvre nombreuse tout en dépendant d'un brevet, d'un composant ou d'un donneur d'ordre. Elle peut exporter beaucoup et rester vulnérable à une décision prise ailleurs. La diffusion industrielle que Kropotkine espérait doit

donc être évaluée non seulement par la présence d'usines, mais par la distribution des fonctions qui donnent prise sur la production.

2. Ce que signifie ici la concentration

Le mot concentration recouvre plusieurs réalités qu'il faut séparer. La concentration de propriété désigne le nombre réduit d'acteurs possédant des entreprises ou des actifs. La concentration de marché mesure la part des ventes détenue par les plus grands. La concentration de décision concerne la capacité de définir les produits, les prix, les normes ou les investissements. La concentration technologique porte sur la maîtrise de savoirs ou d'équipements irremplaçables. La concentration financière désigne enfin la capacité de mobiliser les capitaux et d'absorber les pertes.

Ces dimensions peuvent se renforcer, mais elles ne coïncident pas toujours. Un marché peut compter de nombreux fabricants tout en dépendant d'un standard unique. Une entreprise peut posséder peu d'usines et décider de l'activité de milliers de fournisseurs. Inversement, un grand établissement peut être fortement encadré par un client, un brevet ou une infrastructure qu'il ne contrôle pas.

Cette distinction évite deux erreurs. La première serait de mesurer tout pouvoir industriel par le nombre d'employés ou la taille des bâtiments. La seconde serait de croire qu'une multiplication des sociétés juridiques suffit à créer de l'autonomie. La fragmentation peut masquer une hiérarchie plutôt que la supprimer.

Dans ce chapitre, la concentration sera donc jugée par la capacité d'une organisation à définir les conditions auxquelles les autres doivent s'adapter, et par l'inégalité des coûts de sortie. Celui qui peut déplacer une commande, retirer une licence ou fermer un accès au marché possède un pouvoir différent de celui qui a immobilisé ses machines, ses compétences et sa vie dans un territoire.

3. De l'usine intégrée à la firme multidivisionnelle

Au début du XXe siècle, la grande usine intégrée offre l'image la plus visible de la concentration. Les bâtiments, les machines, les travailleurs et la direction sont réunis dans un même ensemble. L'industrie automobile américaine porte cette logique à un niveau spectaculaire. La chaîne de montage permet de décomposer le travail, de synchroniser les opérations et de produire en série. L'intégration verticale vise à contrôler les approvisionnements, la fabrication des composants, l'assemblage et parfois la distribution.

Cette organisation répond à de vraies contraintes. Produire des objets complexes exige de coordonner des milliers d'opérations. Les investissements lourds favorisent les volumes élevés. La standardisation réduit les coûts unitaires. Le problème ne réside donc pas dans toute grande échelle comme telle. Il apparaît lorsque l'échelle technique devient une justification générale pour concentrer durablement la décision et séparer ceux qui conçoivent de ceux qui exécutent.

La grande entreprise ne reste d'ailleurs pas immobile. Elle devient multidivisionnelle, répartit ses activités entre établissements, filiales et régions, tout en développant des moyens centralisés de comptabilité, de stratégie et de financement. La concentration cesse progressivement d'être seulement celle des murs. Elle devient celle de l'information et de l'allocation du capital. Une direction peut comparer plusieurs sites, déplacer les investissements et fermer une unité qui reste pourtant utile à son territoire.

Ce changement prépare la firme-réseau. Pour comprendre celle-ci, il faut renoncer à l'idée qu'une entreprise se confond avec ce qu'elle possède directement. Elle peut gouverner des activités par contrat, par certification ou par dépendance économique. Le contrôle juridique d'un bâtiment n'est qu'une forme parmi d'autres de pouvoir industriel.

4. Décolonisation et diffusion mondiale de la manufacture

Après la Seconde Guerre mondiale, les indépendances politiques et les stratégies d'industrialisation transforment la carte productive. De nombreux États refusent de rester fournisseurs de matières premières. Ils créent des entreprises publiques, protègent certains marchés, développent des infrastructures et cherchent à produire localement des biens auparavant importés. Les résultats sont inégaux, mais le monopole des anciens centres industriels recule.

À partir des années 1970 et plus encore après 1980, une autre dynamique s'impose. Les entreprises occidentales déplacent certaines opérations vers des territoires où les coûts du travail sont plus faibles, où les gouvernements offrent des avantages ou où des capacités industrielles nouvelles se sont constituées. L'Asie orientale devient un centre majeur de fabrication. La Chine, après les réformes engagées à la fin des années 1970 puis son entrée à l'Organisation mondiale du commerce en 2001, prend une place déterminante dans les chaînes mondiales.

Le rééquilibrage est considérable. Selon l'ONUDI, l'Asie et l'Océanie représentaient 57,2 % de la valeur ajoutée manufacturière mondiale en 2024. Le monde industriel n'est plus organisé autour d'un monopole britannique, ni même exclusivement occidental. Des compétences, des infrastructures et des entreprises puissantes se sont développées dans plusieurs régions.^[2]

Ce constat interdit un récit simple où la mondialisation ne serait qu'une extraction unilatérale de travail par l'Occident. L'industrialisation exportatrice a créé des emplois, des revenus, des savoirs et parfois des entreprises capables de devenir elles-mêmes des centres de décision. Elle a contribué à transformer des sociétés. Mais ces gains n'abolissent pas les hiérarchies. La question devient celle de la position occupée dans la chaîne : fournir une opération standardisée n'accorde pas le même pouvoir que contrôler une technologie, un système d'exploitation, une marque ou un accès privilégié au consommateur.

La diffusion de la manufacture est donc réelle, mais stratifiée. Des régions peuvent monter dans la chaîne de valeur ; d'autres restent enfermées dans des tâches exposées à la concurrence par les coûts. Certaines firmes de fournisseurs acquièrent un savoir irremplaçable et négocient avec leurs clients. D'autres dépendent d'une commande pouvant être déplacée. L'industrie mondiale n'oppose pas simplement un centre à une périphérie : elle forme une hiérarchie mouvante de dépendances réciproques, dont certaines sont beaucoup plus réversibles que d'autres.

5. Une diffusion construite sur des rapports inégaux

La diffusion industrielle du XXe siècle ne peut pas être séparée de l'histoire coloniale. Les premiers centres manufacturiers ont longtemps bénéficié de matières premières obtenues dans des empires, de marchés protégés et d'infrastructures orientées vers l'exportation. Après les indépendances, de nombreux nouveaux États ont hérité d'économies spécialisées, de réseaux de transport tournés vers les ports et d'une dépendance technologique envers les anciennes puissances.

L'industrialisation nationale a cherché à corriger cette structure, mais elle a dû composer avec l'accès aux devises, aux machines, aux brevets et aux marchés extérieurs. Certaines politiques ont construit des capacités durables ; d'autres ont créé des secteurs protégés mais fragiles. L'échec ou la réussite ne peut être attribué à une seule cause. Dette, rapports commerciaux, décisions internes, conflits politiques et choix technologiques se combinent.

Cette histoire importe pour l'argument du livre. Une région ne devient pas autonome parce qu'une usine apparaît sur son territoire. Il faut savoir si elle peut former ses ingénieurs, maintenir les machines, choisir ses fournisseurs, financer une évolution technologique et vendre sans dépendre d'un débouché unique. Le passage de l'extraction à l'assemblage peut être un progrès réel tout en laissant subsister une dépendance supérieure.

Inversement, il serait faux de supposer que les entreprises des pays industrialisés conservent toujours toutes les fonctions

dominantes. Des firmes asiatiques maîtrisent aujourd'hui des technologies, des composants et des capacités de production dont dépendent des marques occidentales. La hiérarchie mondiale n'est ni fixe ni unidirectionnelle. Elle se recompose autour de goulets d'étranglement : machines de fabrication, puces, chimie spécialisée, batteries, réseaux logistiques ou systèmes logiciels.

Le concept de centre doit donc être utilisé avec prudence. Il peut désigner un territoire, mais aussi une fonction. Le même pays peut dominer une étape et dépendre fortement d'une autre. Une entreprise peut posséder la marque et manquer de capacité d'assemblage ; un fournisseur peut contrôler une technologie critique tout en ne disposant pas de relation directe avec le consommateur.

La décentralisation ne se mesure ainsi ni par un transfert unique du Nord vers le Sud, ni par la croissance des exportations. Elle se mesure à la possibilité de ne pas rester prisonnier d'une fonction imposée. Cette possibilité exige des compétences, du financement, des institutions de recherche, des droits sociaux et une diversification des relations commerciales.

6. Le tournant de la firme-réseau

La conteneurisation, les télécommunications, l'informatique de gestion et la baisse de certains coûts de coordination rendent possible une fragmentation beaucoup plus fine des opérations. Un produit peut être conçu dans un pays, incorporer des composants venus de plusieurs autres, être assemblé ailleurs et vendu sous une marque qui ne possède aucune des usines principales.

La sous-traitance n'est pas nouvelle. Ce qui change est son extension, sa précision et son intégration dans des systèmes capables de comparer les fournisseurs presque en temps réel. Les donneurs d'ordre définissent des normes, imposent des calendriers, contrôlent la qualité et répartissent les commandes. Les fournisseurs investissent dans des machines, des bâtiments et des compétences qui peuvent être fortement spécifiques au client. Juridiquement indépendants, ils ne disposent pas toujours d'une liberté économique équivalente.

Le juste-à-temps approfondit cette interdépendance. Toyota le présente comme l'un des concepts fondamentaux de son système de production : produire ce qui est nécessaire, au moment nécessaire et dans la quantité nécessaire. Cette organisation réduit les stocks et révèle rapidement les défauts. Elle peut améliorer l'efficacité. Mais elle rend aussi la continuité du système dépendante de la précision des flux et de la solidité du réseau de fournisseurs.^[9]

Après la pandémie, les chaînes mondiales n'ont pas disparu. Le rapport de l'OCDE publié en 2026 indique que le commerce lié aux chaînes de valeur a atteint des sommets historiques en 2024 et que sa part réelle du produit mondial est restée proche de 17 % entre 2022 et 2024. La reconfiguration existe : certains secteurs diversifient les sources, rapprochent des opérations ou renforcent les stocks. Mais elle ne signifie pas un retour général à l'entreprise autosuffisante.^[4]

La firme-réseau combine ainsi deux propriétés apparemment opposées. Elle distribue les tâches entre de nombreux acteurs, ce qui peut favoriser la spécialisation et l'apprentissage. Elle centralise en même temps la capacité de définir l'architecture générale, de sélectionner les partenaires et de capter les actifs décisifs. La frontière de l'entreprise devient moins visible, mais son pouvoir peut s'étendre au-delà de sa propriété directe.

7. Où se concentre désormais le commandement

Pour suivre la concentration contemporaine, il faut regarder au-delà des usines. Le premier lieu de commandement est la conception. Celui qui définit l'architecture d'un produit décide quels composants seront nécessaires, quelles interfaces seront admises et quelles entreprises pourront entrer dans l'écosystème. Un fournisseur peut devenir techniquement excellent tout en restant enfermé dans une fonction définie par un autre.

Le deuxième lieu est la propriété intellectuelle. Brevets, droits d'auteur, secrets industriels et marques permettent de contrôler l'usage de connaissances ou de signes sans posséder les ateliers qui matérialisent le produit. Ces droits peuvent récompenser une

invention réelle ; ils peuvent également prolonger une dépendance, empêcher la réparation ou rendre l'entrée sur le marché impossible sans licence.

Le troisième lieu est le logiciel. De nombreux objets industriels dépendent désormais d'un code, d'une mise à jour ou d'un service distant. La maîtrise matérielle est incomplète lorsque l'utilisateur ou le réparateur ne peut comprendre ni modifier la couche numérique. Une entreprise qui contrôle le système d'exploitation ou les formats peut organiser tout un marché de fabricants et d'applications.

Le quatrième lieu est la marque et l'accès au consommateur. Une entreprise peut capter une part élevée de la valeur parce qu'elle possède la relation commerciale, organise la distribution et garantit une promesse de qualité. Cette fonction n'est pas fictive. Mais elle place les fournisseurs dans une position où ils peuvent être mis en concurrence pour une marge plus faible, tandis que la marque conserve la relation finale.

Le cinquième lieu est la finance. La capacité d'investir, d'absorber une perte, de supporter plusieurs années de recherche ou d'acheter un concurrent donne un avantage considérable. Les décisions industrielles sont alors évaluées à partir du rendement global du portefeuille, non de la continuité d'un territoire. Une usine rentable peut être fermée si un autre usage du capital promet davantage.

Les travaux de l'OCDE sur les chaînes manufacturières donnent une mesure partielle de ce déplacement. Pour la période 2005-2015 étudiée, environ 27 % du revenu des chaînes manufacturières dans les économies concernées revenait au capital immatériel. Ce chiffre ne signifie pas que toute valeur vient de l'abstraction. Il indique que les actifs non matériels — technologies, marques, organisation, logiciels — jouent un rôle majeur dans la répartition des revenus.^[3]

La concentration contemporaine est donc multidimensionnelle. Une industrie peut comporter de nombreux producteurs et rester dominée par quelques architectures. Elle peut présenter une faible concentration de propriété directe tout en connaissant une forte

concentration de décision. C'est pourquoi les seuls indicateurs de taille ou de nombre d'entreprises ne suffisent pas.

8. Finance, standards et politiques industrielles

La finance ne se contente pas d'apporter des capitaux à une organisation déjà définie. Elle influence la forme même de l'entreprise. Lorsque la direction doit satisfaire des objectifs de rendement à court terme, chaque établissement est évalué comme un actif comparable à un autre. La continuité d'un savoir-faire, l'équilibre d'une région ou la sécurité d'un approvisionnement peuvent peser moins lourd qu'une amélioration attendue de la marge. Cette logique facilite la fermeture d'un site encore techniquement viable et la concentration des investissements dans les segments jugés les plus rentables.

La financiarisation ne signifie pas que tous les dirigeants obéissent mécaniquement à la Bourse, ni que toute entreprise cotée abandonne l'industrie. Elle modifie cependant les critères de décision. Une unité productive doit justifier son existence non seulement par ce qu'elle fabrique, mais par le rendement qu'elle offre relativement aux autres usages possibles du capital. Ce déplacement accroît la distance entre la décision et ses effets territoriaux : le portefeuille compare des taux, tandis que la communauté perd des emplois, des fournisseurs, des apprentissages et une capacité de reconversion.

Les standards constituent un autre lieu moins visible de concentration. Ils sont indispensables pour rendre compatibles des pièces, garantir la sécurité et permettre la coopération entre entreprises. Mais celui qui participe à leur définition peut orienter l'ensemble d'un marché. Une interface propriétaire, une procédure de certification coûteuse ou une norme construite autour d'une technologie particulière peut fermer l'accès à des producteurs pourtant compétents. La concentration n'est alors pas celle d'un monopole possédant toutes les usines, mais celle du droit d'établir les conditions d'entrée.

Les politiques industrielles contemporaines cherchent à répondre à ces vulnérabilités. Les États financent des usines de

semi-conducteurs, des batteries, des médicaments ou des équipements énergétiques. Ils invoquent la souveraineté, la sécurité et l'emploi. Cette intervention corrige l'idée selon laquelle le marché mondial assurerait spontanément toute capacité essentielle. Elle pose néanmoins une seconde question : quelles contreparties accompagnent l'argent public ?

Une subvention peut soutenir un savoir-faire réellement partagé, former des travailleurs, garantir une production stratégique et créer une infrastructure durable. Elle peut aussi socialiser le risque d'un groupe privé qui conservera les brevets, les données et le droit de fermer. La relocalisation géographique n'est donc qu'un premier critère. Il faut examiner la propriété des connaissances, la durée des engagements, le pouvoir des travailleurs, les conditions de remboursement et la possibilité pour une collectivité de reprendre l'activité.

Cette analyse évite une fausse alternative entre marché mondial et autarcie nationale. Une politique industrielle peut maintenir des échanges, mutualiser des recherches et diversifier les fournisseurs tout en reconstruisant certaines capacités locales. Le but n'est pas de tout produire dans une frontière, mais de ne pas laisser une société sans prise sur les fonctions dont sa sécurité dépend.

9. Apple : une usine mondiale sans usine unique

Le cas d'Apple rend cette architecture particulièrement visible. Dans son rapport annuel 2024, l'entreprise indique que la quasi-totalité de ses produits matériels est fabriquée par des partenaires d'externalisation, principalement situés en Asie. Elle ne se présente donc pas comme une entreprise manufacturière intégrée au sens classique. Pourtant, peu d'organisations exercent un contrôle aussi fort sur un produit industriel mondial.^[5]

Apple définit le produit, le système d'exploitation, les interfaces, l'écosystème de services et les exigences de qualité. Elle choisit les partenaires, négocie les volumes et surveille la conformité. Le même rapport mentionne que certains composants sont fournis par une source unique ou limitée, ce qui montre que le pouvoir

n'est pas entièrement unilatéral : l'entreprise dominante dépend elle aussi de compétences rares et de capacités spécifiques.^[5]

Cette dépendance réciproque ne crée cependant pas une symétrie. Apple dispose d'une marque mondiale, d'importantes ressources financières et de la relation avec l'utilisateur. Certains fournisseurs réalisent des investissements très spécialisés pour répondre à ses exigences. Le rapport mentionne également des équipements de fabrication placés chez des partenaires, signe que la frontière entre propriété et contrôle opérationnel devient poreuse.^[5]

Le cas interdit deux simplifications. La première serait de dire qu'Apple ne produit rien parce qu'elle n'assemble pas elle-même. La conception, l'intégration et l'organisation sont des fonctions productives réelles. La seconde serait d'en conclure que les assembleurs ne sont que passifs. Ils possèdent des compétences, emploient des centaines de milliers de personnes et peuvent devenir indispensables. Le problème politique se situe dans la distribution du droit de décider et du revenu entre ces fonctions.

L'usine mondiale d'Apple est donc à la fois dispersée et fortement architecturée. Elle illustre une concentration qui n'a pas besoin de réunir tous les travailleurs sous un toit. Le centre se trouve dans la capacité de définir le système auquel les autres participent.

10. Habillement : le pouvoir sans la propriété des bâtiments

L'industrie de l'habillement montre une autre forme de la firme-réseau. Des marques commandent des collections à des fournisseurs répartis dans plusieurs pays. Elles peuvent changer de site, ajuster les volumes et imposer des délais courts. Les usines assument les bâtiments, les machines, le recrutement et une part importante des risques liés aux stocks et aux conditions de travail.

Le rapport de durabilité 2025 d'Inditex déclare 6 684 usines dans 49 marchés et indique que sa chaîne d'approvisionnement implique plus de trois millions de personnes. Ces chiffres, issus de l'entreprise, ne prouvent pas à eux seuls la domination de la

marque, mais ils montrent l'ampleur d'une organisation productive qui dépasse très largement sa propriété directe.^[6]

L'effondrement du Rana Plaza au Bangladesh, le 24 avril 2013, a rendu visible la violence potentielle de cette séparation. Plus de 1 100 personnes ont été tuées. La catastrophe ne peut être attribuée mécaniquement à une seule marque ou à un seul contrat ; elle s'inscrit dans une structure où la pression sur les coûts, la faiblesse des protections et la fragmentation des responsabilités rendaient possibles des conditions dangereuses.^[7]

L'Accord mis en place après la catastrophe apporte une réponse institutionnelle instructive. Le cadre international renouvelé en 2023 prévoit des obligations pour les entreprises signataires, des inspections, des mécanismes de remédiation et un arbitrage contraignant. Il reconnaît ainsi implicitement qu'une marque peut exercer assez de pouvoir sur une chaîne pour devoir contribuer à la sécurité, même lorsqu'elle ne possède pas les usines.^[8]

Cette évolution est importante. Le droit classique suit facilement la propriété et l'emploi direct. La firme-réseau exige de suivre le pouvoir économique réel. Lorsqu'un donneur d'ordre définit les prix, les calendriers et les conditions d'accès au marché, la responsabilité ne peut être limitée à la façade juridique de l'intermédiation.

11. Automobile : de Ford au réseau synchronisé

L'automobile permet de suivre le passage historique entre deux formes de concentration. Ford sert ici de repère pour la production de masse intégrée, la chaîne de montage et la standardisation. Toyota documente une organisation différente : plusieurs entreprises spécialisées, un réseau durable de fournisseurs et des flux synchronisés par le juste-à-temps. Il ne s'agit pas de deux modèles purs, mais de deux manières de rendre visible le commandement industriel.^[9, 10]

La différence ne doit pas être caricaturée. Ford a toujours eu des fournisseurs et Toyota conserve des capacités internes considérables. Mais le contraste montre que la coordination peut s'étendre au-delà des frontières juridiques de l'entreprise. Le

constructeur définit l'architecture du véhicule, les exigences de qualité et la cadence ; les fournisseurs développent des pièces et des procédés parfois très spécialisés.^[9]

Les perturbations de composants des années récentes ont révélé la vulnérabilité de cette organisation. Un véhicule contient des milliers de pièces ; l'absence d'un composant électronique peu coûteux peut arrêter une ligne entière. La firme qui domine la marque et l'assemblage final ne contrôle donc pas toutes les conditions de sa propre continuité.^[10]

Ce constat ne réfute pas la firme-réseau. Il montre que la puissance du constructeur et sa vulnérabilité peuvent croître ensemble. Le centre conserve l'architecture, la marque et la capacité d'allouer les commandes, tandis que des fournisseurs détiennent des savoirs ou des composants critiques. La question politique devient alors précise : qui possède l'information sur les dépendances, qui finance les stocks ou les solutions de remplacement, et qui supporte le coût lorsqu'un maillon interrompt l'ensemble ?

12. MONDRAGON et Fagor : un contre-cas nécessaire

Il serait trop simple d'opposer les multinationales capitalistes à de petites unités locales supposées autonomes. Le groupe coopératif MONDRAGON constitue un contre-cas plus exigeant. Il rassemble des coopératives et des institutions de financement, de formation et de solidarité. Sa structure montre qu'une organisation de grande taille peut distribuer une part du pouvoir autrement que par l'actionnariat classique.^[11]

La crise de Fagor Electrodomésticos en 2013 révèle toutefois les limites de toute forme institutionnelle. Le rapport de MONDRAGON décrit la fermeture comme un événement majeur. En 2014, des mécanismes d'aide à l'emploi et de relocalisation interne ont été mobilisés, pour un montant déclaré de 43,5 millions d'euros. Cette solidarité est réelle et distingue le système d'une fermeture ordinaire où les travailleurs sont abandonnés.^[11]

Mais cette solidarité n'abolit ni la concurrence mondiale, ni les choix difficiles, ni les différences entre membres coopérateurs, salariés non membres et filiales. Les lectures de MONDRAGON divergent justement sur l'étendue réelle de la démocratie au travail et sur les effets de son internationalisation. Une propriété coopérative modifie la distribution du pouvoir ; elle ne garantit ni une autonomie complète, ni une égalité parfaite entre toutes les personnes participant au système.^[11, 15]

MONDRAGON confirme ainsi la nécessité de juger les institutions par leurs mécanismes concrets : qui vote, qui supporte les pertes, comment les ressources circulent, quels droits possèdent les non-membres et jusqu'où la fédération peut secourir une unité sans mettre en danger l'ensemble. Ces questions seront reprises plus loin dans le livre. Ici, le cas suffit à montrer que la concentration n'est pas une fatalité unique, mais que son alternative doit affronter les mêmes contraintes industrielles.

13. Ce que les quatre cas permettent de comparer

Pris séparément, chacun des cas pourrait conduire à une conclusion trop simple. Apple pourrait faire croire que la concentration contemporaine réside uniquement dans le logiciel et la marque. L'habillement pourrait la réduire à l'exploitation salariale. L'automobile pourrait suggérer qu'elle n'est qu'un problème de coordination technique. MONDRAGON pourrait enfin faire croire qu'un statut coopératif suffit à résoudre les contradictions. Leur comparaison révèle une structure plus générale.

Dans les quatre cas, il faut distinguer au moins six fonctions : concevoir le produit ; financer les investissements ; posséder ou exploiter les équipements ; organiser les flux ; accéder au marché ; supporter les pertes. Ces fonctions peuvent être réunies dans une même organisation ou séparées entre plusieurs acteurs. La distribution du pouvoir dépend de la manière dont elles sont reliées.

Apple contrôle fortement la conception, l'écosystème logiciel et l'accès au consommateur, tandis que la fabrication est largement

confiée à des partenaires. Dans l'habillement, les marques contrôlent la commande et le marché, mais les usines supportent une grande partie de l'investissement matériel et du risque social. Dans l'automobile, les constructeurs conservent l'architecture générale, mais certains fournisseurs détiennent des compétences et composants critiques. MONDRAGON distribue la propriété et met en commun certains risques, sans pouvoir se soustraire à la concurrence ni garantir la survie de chaque unité.

La concentration n'est donc pas un état binaire où une entreprise posséderait tout ou rien. Elle est une asymétrie entre capacités de sortie. Le donneur d'ordre peut souvent changer de fournisseur plus facilement que le fournisseur ne peut changer de client. La marque peut déplacer une commande plus vite qu'un territoire ne peut reconvertir une usine. L'investisseur peut vendre un actif plus facilement que le travailleur ne peut transporter son métier, son logement et ses relations.

Cette asymétrie permet de préciser le sens politique de la dépendance. Toute coopération comporte des dépendances : un constructeur dépend de ses fournisseurs, une marque de ses producteurs, une coopérative de ses marchés. La domination apparaît lorsqu'une partie possède une capacité de sortie, d'information ou de décision beaucoup plus forte, et peut imposer les coûts de l'ajustement aux autres.

Un programme de décentralisation doit alors réduire ces asymétries sans prétendre abolir toute spécialisation. Il peut garantir des contrats plus stables, ouvrir les standards, développer plusieurs débouchés, créer des fonds de reconversion, donner aux salariés un droit d'information et associer les territoires aux décisions. Ces mécanismes ne rendent pas chaque unité indépendante. Ils empêchent qu'une interdépendance nécessaire devienne une obéissance unilatérale.

14. Objections et critères de jugement

Les économies d'échelle

La première objection est solide : certaines industries ne peuvent être décentralisées sans perte considérable d'efficacité.

Les semi-conducteurs avancés, les avions, certaines machines médicales ou les réseaux ferroviaires exigent des investissements, des compétences et des volumes rares. Une critique sérieuse de la concentration doit reconnaître ces contraintes. Le but n'est pas que chaque territoire reproduise toute la chaîne, mais qu'aucun centre ne transforme une nécessité technique en souveraineté générale.

Les gains de l'industrialisation mondiale

La deuxième objection rappelle que les chaînes mondiales ont créé des emplois et accéléré l'industrialisation de plusieurs pays. C'est exact. La question n'est pas de nier ces gains, mais de savoir s'ils construisent des capacités durables : maîtrise technologique, droits sociaux, diversification, possibilité de reconversion et part équitable de la valeur. Un emploi peut être une avancée réelle tout en restant inscrit dans une relation asymétrique.

Le risque d'innovation

La troisième objection souligne que les entreprises qui conçoivent, financent et commercialisent supportent des risques importants. Cette fonction mérite rémunération. Mais elle ne justifie pas que les risques sociaux, sanitaires et écologiques soient transférés sans limite vers les fournisseurs, les travailleurs ou les territoires. Le risque doit être comparé, non invoqué comme absolution.

La souveraineté industrielle nationale

La quatrième objection propose de résoudre la dépendance par la relocalisation nationale. Celle-ci peut protéger des biens essentiels et reconstruire des compétences. Elle ne distribue toutefois pas nécessairement le pouvoir. Une usine subventionnée peut rester contrôlée par un groupe privé, dépendre de brevets étrangers et fermer lorsque les aides cessent. La souveraineté de l'État n'est pas automatiquement celle des travailleurs ou des collectivités.

L'antitrust

La cinquième objection fait confiance au droit de la concurrence. Celui-ci peut limiter certaines concentrations de marché et empêcher des acquisitions abusives. Il reste indispensable. Mais il saisit moins facilement le pouvoir contractuel, la dépendance à un standard, le contrôle d'un logiciel ou la concentration de données. Déconcentrer la propriété sans ouvrir les infrastructures peut laisser intacte une grande partie du commandement.

Le coût de la décentralisation

Une dixième objection rappelle que la redondance, les stocks, la diversification des fournisseurs et la capacité locale peuvent coûter plus cher. La comparaison doit cependant inclure le coût des ruptures, des fermetures irréversibles, des dépendances stratégiques et des reconversions tardives. Une organisation légèrement moins efficiente en régime normal peut être plus robuste sur l'ensemble du cycle.

Le succès coopératif comme réfutation

Une neuvième objection voit dans MONDRAGON la preuve qu'une grande organisation coopérative résout déjà le problème. Le cas démontre plutôt qu'une autre distribution est possible, tout en révélant les difficultés de la fédération, de l'internationalisation et de la protection des non-membres. Il réfute la fatalité de l'actionnariat classique, non la nécessité d'un examen institutionnel continu.

Les faibles barrières d'entrée numériques

Une huitième objection soutient que le numérique permet à de petites entreprises d'atteindre immédiatement un marché mondial. Cette possibilité existe, mais elle s'accompagne souvent d'une dépendance à des plateformes, systèmes d'exploitation, services de calcul ou formats contrôlés ailleurs. L'accès initial ne garantit donc ni la maîtrise de l'infrastructure ni la conservation de la relation avec le client.

La coordination et la qualité

Une septième objection souligne qu'un centre puissant peut garantir la compatibilité, la sécurité et la qualité. C'est une fonction réelle. La question n'est pas de supprimer la coordination, mais de savoir si ses règles sont auditables, contestables et ouvertes à plusieurs producteurs. Un standard commun peut fédérer ; une interface propriétaire peut assujettir.

La liberté contractuelle

Une sixième objection affirme que les fournisseurs restent libres de refuser un contrat. Cette liberté juridique existe, mais elle ne mesure pas la dépendance économique. Lorsqu'un fournisseur a immobilisé des machines spécifiques, formé ses équipes pour un seul client ou dépend d'un accès exclusif au marché, le coût de sortie n'est pas réparti également. Le contrat doit donc être lu avec les investissements spécifiques et les solutions de remplacement disponibles.

Cinq critères permettent alors d'évaluer une décentralisation réelle. Premièrement, la distribution de la propriété et des droits d'usage. Deuxièmement, l'accès aux connaissances, plans, logiciels et données. Troisièmement, le pouvoir des travailleurs et des territoires sur les décisions de production et de fermeture. Quatrièmement, la capacité de maintenance et de reconversion. Cinquièmement, l'existence de mécanismes fédéraux permettant de coopérer sans soumettre toutes les unités à un centre unique.

15. De la carte industrielle à la carte du pouvoir

Une enquête industrielle adaptée au XXI^e siècle doit donc produire plusieurs cartes superposées. La première localise les ateliers, les entrepôts et les infrastructures. La deuxième suit la propriété juridique. La troisième identifie les brevets, les logiciels, les marques et les standards. La quatrième montre les flux financiers et les dépendances contractuelles. La cinquième décrit les compétences de maintenance et les possibilités de reconversion.

Ces cartes ne coïncident pas. Un territoire peut concentrer les emplois et posséder peu de droits. Une entreprise peut détenir peu d'usines et beaucoup de pouvoir. Un fournisseur apparemment subordonné peut contrôler un composant irremplaçable. L'analyse doit donc résister au désir d'un indicateur unique.

Cette méthode a aussi une conséquence démocratique. Les travailleurs et les collectivités ne peuvent participer sérieusement à une décision industrielle s'ils ne connaissent que les emplois immédiatement visibles. Ils doivent pouvoir examiner les contrats, les dépendances techniques, les aides publiques, les scénarios de fermeture et les possibilités de reprise. La transparence ne résout pas le conflit, mais elle empêche que la stratégie demeure le monopole du centre.

La décentralisation commence ainsi par un droit de connaissance. Elle devient réelle lorsque cette connaissance s'accompagne de moyens : formation, fonds, accès aux plans, pouvoirs de négociation et institutions capables de maintenir une activité au-delà d'un donneur d'ordre particulier.

Ce droit doit inclure les personnes qui supportent les conséquences sans appartenir juridiquement à l'entreprise : sous-traitants, riverains, collectivités et générations appelées à financer une dépollution ou une reconversion. Une décision industrielle ne peut être dite locale lorsque ses données essentielles et ses moyens de correction restent hors de portée du territoire.

Une telle exigence ne supprime ni le secret légitime ni la rapidité nécessaire à certaines décisions. Elle oblige seulement à distinguer la confidentialité utile de l'opacité qui protège un pouvoir sans recours. Cette distinction devra devenir une règle de gouvernance dans les institutions productives étudiées plus loin.

Conclusion — La concentration a appris à se disperser

Kropotkine avait raison de refuser l'idée d'un monopole industriel éternel. Les capacités manufacturières se sont diffusées à une échelle qu'il ne pouvait prévoir. Des régions autrefois

dépendantes sont devenues des centres majeurs de production et d'innovation.

Mais l'histoire a séparé deux mouvements que son programme espérait réunir : la diffusion des ateliers et la distribution du pouvoir. La firme contemporaine peut disperser la fabrication tout en conservant l'architecture, la marque, le logiciel, la finance et l'accès au marché. Elle peut exercer une autorité économique au-delà de ses frontières juridiques.

La question industrielle ne peut donc plus être résolue par une simple carte des usines. Il faut suivre les contrats, les actifs immatériels, les normes, les données et les capacités de reconversion. C'est là que se trouve aujourd'hui la concentration réelle.

La victoire de la concentration n'est pourtant pas totale. Les fournisseurs acquièrent des compétences, les États reconstruisent des politiques industrielles, des accords imposent des responsabilités aux donneurs d'ordre et des organisations coopératives expérimentent d'autres répartitions du pouvoir. Ces ouvertures ne garantissent rien. Elles montrent seulement que l'architecture industrielle reste un choix politique.

La suite du livre devra examiner comment cette architecture gouverne les flux, les plateformes et les savoirs. Le problème n'est plus seulement de savoir où produire. Il est de savoir qui peut comprendre, décider, maintenir et transformer la production dont tous dépendent.

NOTES ET SOURCES DU CHAPITRE 1

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, édition révisée, Londres, Thomas Nelson & Sons, 1912. La préface est signée à Bromley, Kent, en 1898 dans le fac-similé consulté.

2. ONUDI, *Industrial Statistics Factsheet: Asia and Oceania 2025*, p. 1 : 57,2 % de la valeur ajoutée manufacturière mondiale en 2024.

3. OCDE, *Returns to Intangible Capital in Global Value Chains*, 2020, p. 5 : estimation d'environ 27 % du revenu manufacturier attribué au capital immatériel pour la période 2005-2015 dans le périmètre étudié.

4. OCDE, Trends in Global Value Chains, 2026, p. 9 : niveaux historiquement élevés du commerce lié aux chaînes de valeur en 2024 et part réelle proche de 17 % du PIB mondial entre 2022 et 2024.
 5. Apple Inc., Form 10-K 2024, p. 49 pour l'externalisation de la fabrication ; p. 28 pour les engagements et équipements liés aux partenaires ; section des risques, p. 8-9, pour les sources uniques ou limitées de composants.
 6. Inditex, Sustainability Report 2025, p. 25 et 106 : 6 684 usines dans 49 marchés et plus de trois millions de personnes dans la chaîne déclarée.
 7. Organisation internationale du travail, dossier historique sur le Rana Plaza : effondrement du 24 avril 2013 et plus de 1 100 morts.
 8. International Accord for Health and Safety in the Textile and Garment Industry, version du 1er novembre 2023, notamment art. 17 et 19, ainsi que le mécanisme d'arbitrage contraignant.
 9. Toyota Motor Corporation, Integrated Report 2025, p. 4 et 17-18 : formation du groupe d'entreprises spécialisées et principes du Toyota Production System, dont le juste-à-temps.
 10. Ford Motor Company, Integrated Sustainability and Financial Report 2026 couvrant l'exercice 2025, p. 4 et 7 : perturbations des chaînes et coopération avec les fournisseurs.
 11. MONDRAGON, Annual Report 2013, p. 3 ; Annual Report 2014, p. 14-15 ; Annual Report 2023, p. 36, pour la crise Fagor, les aides à l'emploi et les mécanismes de solidarité.
 12. Gary Gereffi, John Humphrey et Timothy Sturgeon, « The Governance of Global Value Chains », Review of International Political Economy, 2005, pour la typologie de la gouvernance des chaînes.
 13. Alfred D. Chandler Jr., The Visible Hand, Harvard University Press, 1977, pour l'histoire de la grande entreprise managériale.
 14. Richard Baldwin, The Great Convergence, Harvard University Press, 2016, pour la transformation de la mondialisation par la baisse des coûts de coordination.
 15. Sharryn Kasmir, The Myth of Mondragon, SUNY Press, 1996, et William Foote Whyte et Kathleen King Whyte, Making Mondragon, Cornell University Press, 1991, à confronter pour l'analyse critique du cas coopératif.
- Volume du corps du chapitre : environ 5891 mots.

LA MÉTROPOLE COMME MACHINE DE DÉPENDANCE

La ville rassemble les possibilités et éloigne les conditions matérielles qui les soutiennent.

Une lecture simplifiée de Kropotkine pourrait opposer la ville artificielle à une campagne supposée naturelle. Ce serait manquer son problème. La ville est aussi un lieu de savoirs, de soins, d'inventions, de libertés anonymes, de rencontres, d'associations et de mobilisations. Elle permet à des personnes différentes de se trouver, de sortir de certains enfermements locaux et d'accéder à des services impossibles à maintenir dans chaque village. Le problème n'est donc pas l'existence de la ville, mais la forme prise par ses relations matérielles et politiques avec les autres territoires.

La métropole contemporaine concentre des fonctions de décision, des emplois qualifiés, des universités, des hôpitaux, des équipements culturels et des marchés. Mais elle dépend quotidiennement de flux dont l'origine devient souvent invisible : nourriture, eau, énergie, matériaux, médicaments, objets, travailleurs, données. Des déchets, eaux usées, émissions, terres excavées et objets usagés repartent vers d'autres territoires. La densité rassemble les usages tandis que la production de leurs conditions est spatialement dispersée.

Cette séparation n'est pas seulement géographique. Elle distribue différemment le temps, les nuisances, le foncier et le pouvoir. Le quartier central bénéficie d'un service dont l'entrepôt se trouve en périphérie ; le salarié qui travaille dans le centre habite loin parce que le prix du logement l'en écarte ; la campagne produit de la nourriture ou de l'énergie tout en perdant des services ; le port et la zone logistique absorbent les camions, le bruit et l'artificialisation nécessaires à une consommation qui se présente ailleurs comme immatérielle.

Le chapitre part donc d'une proposition précise : la métropole est une machine de dépendance lorsqu'elle organise la concentration des possibilités sans rendre visibles ni négociables les conditions matérielles qui les rendent possibles. Il ne s'agit pas de supprimer cette interdépendance. Une ville de plusieurs millions d'habitants ne sera jamais autosuffisante. Il s'agit de savoir comment la gouverner : quels flux rapprocher, quelles fonctions préserver dans la ville, quelles compensations organiser, comment éviter que la mobilité soit une obligation et comment construire des relations réciproques avec les territoires qui nourrissent, alimentent et maintiennent la métropole.

1. Urbanisation mondiale : un monde de villes, de bourgs et de relations

Le monde est aujourd'hui profondément urbanisé, mais la manière de le mesurer mérite d'être précisée. La révision 2025 des World Urbanization Prospects des Nations unies utilise une méthode harmonisée distinguant villes, bourgs et zones rurales. Elle estime que les villes accueillent environ 45 % de la population mondiale de 8,2 milliards d'habitants en 2025, contre environ 20 % en 1950. Deux tiers de la croissance démographique mondiale attendue jusqu'en 2050 devraient se produire dans les villes et l'essentiel du reste dans les bourgs.

Cette nouvelle mesure corrige une ambiguïté importante. L'expression « population urbaine », utilisée dans les statistiques nationales, agrège des définitions très différentes. Une petite commune dense, une agglomération industrielle et une mégapole peuvent être classées dans la même catégorie. Le chiffre de l'urbanisation ne décrit donc pas une forme unique de société. Il signale néanmoins un déplacement historique : une part croissante de l'humanité vit dans des espaces dont la continuité dépend de systèmes d'approvisionnement et d'infrastructure à grande échelle.

La métropole doit aussi être distinguée de la ville administrative. L'OCDE définit les aires urbaines fonctionnelles à partir d'un centre urbain et d'une zone de navettage reliée par les

déplacements domicile-travail. Cette définition est politiquement utile : elle montre que la ville réelle déborde ses frontières. Un emploi, un logement, une route, un centre commercial ou une gare peut appartenir à des communes différentes tout en formant un seul espace quotidien.

L'histoire de l'urbanisation moderne est donc aussi celle de la suburbanisation. Les activités et les ménages se déplacent vers des périphéries rendues accessibles par le rail, puis surtout par l'automobile et le réseau routier. Des zones spécialisées apparaissent : logement, bureaux, commerce, industrie, entrepôts, loisirs. La séparation spatiale permet de réduire certaines nuisances locales mais augmente les besoins de transport et crée de nouvelles dépendances.

Le monde métropolitain ne se résume pas à la croissance des centres. Il est formé d'un continuum de densités et de fonctions reliées. La question ville-campagne devient alors celle des relations entre territoires : qui fournit quoi, qui supporte quels coûts, qui décide et qui peut changer la structure du système.

2. La métropole comme système de flux

Chaque jour, une métropole doit faire entrer de quoi nourrir, chauffer, construire, soigner, déplacer et équiper des millions de personnes. Elle doit également traiter ce qui ressort de cette activité. L'image de la ville comme simple concentration d'habitants masque ainsi une seconde ville, beaucoup plus grande : le réseau de terres, barrages, mines, usines, ports, centrales, entrepôts, routes et centres de traitement nécessaires à son fonctionnement.

L'approche par le métabolisme urbain cherche précisément à quantifier ces échanges. Elle considère la ville comme un système de flux de matières et d'énergie, non pour réduire la vie sociale à un bilan physique, mais pour rendre visibles les dépendances qui disparaissent dans les prix. L'eau qui sort du robinet possède une histoire territoriale ; le béton du bâtiment provient de carrières et de fours ; le repas implique sols, engrais, travail, froid et transport ; le déchet conserve la matière de l'objet qu'il était.

La dépendance métropolitaine n'est donc pas un défaut accidentel. Une ville dense dépend nécessairement d'un territoire plus vaste que sa surface. La question politique est le type de relation construit avec ce territoire. Les flux peuvent être diversifiés ou captifs, circulaires ou linéaires, proches ou très lointains, négociés ou imposés. Un même volume matériel peut correspondre à des régimes de pouvoir très différents.

Les flux ne sont pas répartis uniformément à l'intérieur de la ville. Les quartiers pauvres sont souvent davantage exposés aux axes routiers, au bruit, à la chaleur, aux sols pollués et à certains équipements indésirables. À l'inverse, les quartiers les plus valorisés peuvent bénéficier d'une ville plus calme parce que les fonctions nécessaires à leur consommation ont été déplacées. Le métabolisme possède donc une géographie sociale.

Une démocratie métropolitaine devrait pouvoir répondre à des questions simples : d'où vient l'eau ? combien de jours de stocks alimentaires existent dans les différents circuits ? quelles routes supportent le fret ? où vont les déchets ? quels quartiers respirent l'air le plus pollué ? quels territoires extérieurs supportent la production d'énergie ou de matériaux ? Ce droit de connaître constitue la première condition d'une négociation réelle.

3. Paris et son bassin alimentaire : nourrir dix millions de consommateurs

Le Grand Paris fournit un cas révélateur de la distance entre consommation et production. L'Atelier parisien d'urbanisme estime qu'en moyenne 1,45 kilogramme de nourriture est consommé par personne et par jour. Cela représente environ 3 090 tonnes quotidiennes pour Paris et 10 060 tonnes à l'échelle de la Métropole du Grand Paris. La quantité rend immédiatement absurde l'idée d'une autosuffisance intra-urbaine : quelques fermes sur les toits ne nourriront pas une telle population.

La bonne question est donc celle du bassin alimentaire. La Métropole du Grand Paris a approuvé en octobre 2024 un Plan alimentaire métropolitain 2024-2030 qui organise trois axes : approvisionnement de la restauration collective et accessibilité

d'une alimentation durable, résilience face au changement climatique, coopérations territoriales et gouvernance. Le dispositif reconnaît explicitement que l'échelle alimentaire dépasse les 130 communes métropolitaines et doit se penser avec l'Île-de-France et le bassin de la Seine.

Cette orientation déplace le débat de la quantité produite à l'intérieur des frontières vers la qualité des relations. Des cantines peuvent garantir des débouchés à des filières régionales ; des collectivités peuvent sanctuariser des terres ; des plateformes logistiques peuvent réduire la fragmentation des livraisons ; les projets alimentaires territoriaux peuvent coordonner producteurs, transformateurs et acheteurs publics.

Le Plan métropolitain a notamment soutenu depuis 2022 un programme de restauration collective bio et locale, avec des communes et syndicats accompagnés, des formations de personnels de cuisine et des projets de réduction du gaspillage. Il participe également au démonstrateur « Seine Nourricière », conçu à l'échelle du bassin, avec études sur les besoins de la restauration collective, l'interconnaissance entre fournisseurs et acheteurs et les schémas logistiques.

Le cas montre la limite d'un imaginaire purement local. La résilience alimentaire de Paris dépend moins d'un pourcentage spectaculaire de production urbaine que de la préservation de terres, de la diversité des filières, des capacités de transformation, de la logistique, des cuisines et des accords avec d'autres territoires. La métropole doit devenir partenaire de son bassin alimentaire plutôt que simple marché final.

4. Foncier, logement et déplacement : la mobilité comme contrainte

La métropole concentre des opportunités mais le marché foncier détermine qui peut habiter à proximité. Lorsque la valeur immobilière du centre augmente, les ménages arbitrent entre surface, prix et distance. Certains partent volontairement pour un logement plus grand ; beaucoup composent avec une contrainte

budgétaire. La mobilité quotidienne n'est donc pas un simple choix de préférence.

Les données franciliennes illustrent cette structure. En 2015, les salariés d'Île-de-France parcouraient en moyenne 18,4 kilomètres pour rejoindre leur travail. Plus de la moitié de ceux qui travaillaient à Paris avaient un trajet automobile supérieur à cinquante minutes. L'Insee relie explicitement une partie de cet éloignement au prix élevé de l'immobilier parisien et à la poursuite de la périurbanisation.

Le mode de transport varie fortement avec la position dans la métropole. Dans une étude francilienne, 13 % des actifs parisiens utilisaient la voiture pour aller travailler contre 38 % en petite couronne et 61 % en grande couronne. Même pour de très courtes distances, l'usage automobile augmente lorsque l'offre de transport et l'organisation des destinations sont moins favorables.

La mobilité devient alors une contrainte d'aménagement. Un ménage peut vivre à quarante kilomètres de son emploi parce que le logement accessible se trouve là, puis être sommé d'assumer individuellement le coût écologique de ses trajets. Une politique juste doit intervenir sur le couple logement-emploi-transport : logement abordable près des pôles, activités plus distribuées, transports collectifs inter-banlieues, services locaux et urbanisme qui réduit les trajets obligatoires.

Le temps est une dimension centrale. Une heure de transport n'est pas seulement une dépense d'énergie ; c'est une heure retirée au repos, au soin, à la participation locale, à l'apprentissage ou à la famille. Une métropole peut donc être riche en services tout en produisant une pauvreté de temps pour ceux qui doivent parcourir sa géographie chaque jour.

5. Pression foncière : la périphérie comme réserve de sol

La suburbanisation transforme le foncier rural et périurbain en réserve pour le logement, la route, le commerce, les plateformes logistiques et les équipements. Cette transformation ne concerne pas seulement l'Île-de-France. L'Agence européenne pour

l'environnement estime que la consommation nette de terres dans les villes et leurs zones de navettage de l'Union européenne est passée d'environ 410 km² par an en 2012-2018 à 540 km² par an en 2018-2021, soit une hausse d'environ 32 %. Les terres arables et les pâtures constituent l'essentiel des surfaces converties.

Le paradoxe est connu : la métropole dépend des terres qui l'entourent tout en augmentant leur valeur pour des usages non agricoles. Une parcelle périurbaine n'est plus seulement évaluée par ce qu'elle peut produire ; elle porte une possibilité de construction future. Cette rente potentielle fragilise les installations agricoles et encourage l'attente spéculative.

La protection du foncier agricole doit donc être traitée comme une infrastructure métropolitaine, au même titre qu'une ligne de transport. Le zonage est nécessaire mais insuffisant lorsque l'accès à la terre reste trop cher ou lorsque les bâtiments agricoles disparaissent. Des acquisitions publiques, baux de longue durée, organismes fonciers et politiques d'installation peuvent maintenir la fonction productive.

La densification urbaine peut réduire l'étalement, mais elle crée ses propres tensions : hausse du prix du foncier, compétition entre logement, espaces verts, logistique et production. L'objectif n'est pas de préserver chaque mètre carré périphérique contre toute construction. Il est d'empêcher que la valeur immobilière à court terme détruise systématiquement les sols et capacités dont la métropole aura besoin pendant des décennies.

Le sol est lent à reconstruire. Une plateforme bétonnée peut être réalisée en quelques mois ; un sol agricole fertile, une trame écologique ou un système d'irrigation sont le produit d'années ou de siècles. Cette asymétrie justifie une protection plus forte que le simple arbitrage marchand.

6. La logistique : l'arrière-scène de la consommation métropolitaine

La ville dense ne supprime pas la logistique ; elle la déplace. L'Île-de-France possède un parc logistique immense. L'Institut Paris Region recensait au début de 2026 près de 1 900 bâtiments

accueillant tout ou partie d'activités logistiques, pour environ 21,3 millions de mètres carrés bâtis. Le système s'organise de la grande plateforme périphérique au micro-hub de quartier.

Cette géographie s'est éloignée des zones denses. L'Institut souligne que les pôles logistiques ont progressivement migré vers des terrains plus disponibles et moins chers, souvent autour des grands axes routiers. Dans l'état des lieux publié en 2020, environ deux tiers des surfaces logistiques franciliennes se trouvaient en grande couronne et près de la moitié au-delà de la Francilienne.

Le déplacement ne supprime pas le besoin de desservir le centre. Il allonge le dernier kilomètre. Une étude citée par l'Institut estimait que le desserrement des agences de messagerie hors de Paris entre 1974 et 2010 avait déplacé leur localisation d'environ douze kilomètres et produit des émissions supplémentaires liées aux livraisons vers la zone dense. Le phénomène montre une externalité du prix foncier : la ville économise du sol central et paie en trafic périphérique.

Les zones logistiques supportent aussi des nuisances concentrées : camions, bruit, artificialisation, emplois parfois difficiles d'accès sans voiture, conflits avec les autres usages du sol. Les communes périphériques accueillent ainsi une infrastructure essentielle à la consommation métropolitaine sans toujours recevoir une part équivalente des bénéfices.

La réponse n'est pas le retour de tous les entrepôts au centre. Les grands hubs ont besoin d'espace et d'accès massifiés. Il faut plutôt une architecture emboîtée : grands sites reliés au rail ou au fleuve lorsque possible, plateformes régionales, hôtels logistiques urbains, micro-hubs, véhicules adaptés au dernier kilomètre. La métropole doit reconnaître cette infrastructure dans son urbanisme au lieu de la laisser être expulsée puis regretter ses effets.

7. Ports et périphéries productives

Le port est une autre frontière matérielle de la métropole. Il concentre conteneurs, matériaux de construction, carburants, produits alimentaires et déchets. Les quais et voies ferrées ont une

valeur stratégique précisément parce qu'ils permettent de déplacer de grands volumes sans multiplier les camions.

Mais les territoires portuaires sont aussi soumis à la concurrence immobilière. Lorsque les fonctions logistiques et industrielles sont repoussées par le logement ou les bureaux, la ville peut perdre des interfaces difficiles à reconstruire. Un quai transformé en promenade est rarement rendu ensuite au fret.

Le même raisonnement vaut pour les gares de marchandises, marchés de gros, dépôts, ateliers de transport et centres de traitement. Ces lieux semblent improductifs selon la valeur immobilière du mètre carré, alors qu'ils conditionnent le fonctionnement de la métropole entière.

Une politique de ville productive doit donc protéger certaines réserves spatiales. Cette protection ne donne pas un droit aux entreprises de polluer. Elle suppose des normes de bruit, de sécurité, de circulation et d'émissions, ainsi que des investissements pour rendre les sites compatibles avec les quartiers voisins.

La question n'est pas « industrie ou qualité de vie ». Une métropole qui exclut systématiquement la production peut améliorer localement certains environnements tout en exportant les nuisances et en allongeant les flux. La qualité de vie doit être évaluée sur l'ensemble de la chaîne territoriale.

8. La ville productive : maintenir ce qui permet de réparer et de fabriquer

Le XXe siècle a souvent séparé l'habitat et la production au nom de l'hygiène, de la sécurité et de la fonctionnalité. Cette séparation a corrigé des situations réellement nocives. Mais elle a aussi favorisé une ville de bureaux, logements et commerces où l'atelier devient une anomalie foncière.

Une ville productive ne signifie pas remettre une aciérie sous les fenêtres. Elle signifie préserver des activités compatibles avec un environnement dense : réparation, entretien, transformation alimentaire, artisanat, petites séries, construction, économie

circulaire, fabrication numérique, ateliers de transport, studios techniques et certains laboratoires.

Ces fonctions ont besoin de conditions particulières : accès aux livraisons, hauteur sous plafond, puissance électrique, loyers compatibles avec une activité moins rentable au mètre carré que le logement ou le bureau, droit de faire du bruit à certaines heures, stockage, sécurité. Un simple rez-de-chaussée commercial ne remplace pas un local productif.

Le réseau de recherche Cities of Making a comparé Londres, Bruxelles et Rotterdam précisément pour comprendre les conditions spatiales, matérielles et socio-économiques du maintien de la fabrication urbaine. Les trois villes ont des histoires industrielles différentes, mais le même problème apparaît : la pression foncière et la valorisation immobilière repoussent les usages productifs.

La production urbaine doit être évaluée par sa fonction, pas par sa proximité. Une activité polluante ou très consommatrice d'espace peut devoir rester périphérique. En revanche, expulser les réparateurs, grossistes, artisans et petites industries par principe augmente la dépendance de la ville et réduit les possibilités d'emploi non tertiaire.

9. Londres : protéger des réservoirs industriels au cœur d'une ville chère

Le London Plan de 2021 traite explicitement le foncier industriel comme une capacité stratégique. Il distingue Strategic Industrial Locations, Locally Significant Industrial Sites et autres sites industriels. Les Strategic Industrial Locations doivent être gérés de manière proactive pour maintenir les plus grandes concentrations d'industrie, de logistique et de services nécessaires au fonctionnement de Londres.

Le plan demande aux boroughs de définir les limites de ces zones et d'élaborer des politiques de protection et d'intensification. Il reconnaît également le rôle des espaces industriels relativement abordables pour les petites et moyennes entreprises, des marchés

de gros, des fonctions de transport, des services environnementaux et de la logistique.

Cette stratégie constitue une réponse directe au conflit foncier. Londres manque de logements, mais convertir chaque parcelle productive en résidentiel peut rendre la ville matériellement dysfonctionnelle. Le plan autorise dans certains cas intensification, co-localisation ou substitution, mais demande une approche planifiée plutôt qu'une disparition opportuniste au gré des valeurs foncières.

Le cas ne prouve pas que Londres ait résolu le problème. La pression reste forte, et les activités peuvent être intensifiées au prix de coûts immobiliers plus élevés. Il montre cependant qu'une métropole peut reconnaître politiquement la production comme une infrastructure à protéger, et pas seulement comme une utilisation transitoire attendant une valorisation immobilière.

Comparée aux travaux de Cities of Making sur Bruxelles et Rotterdam, l'expérience londonienne fournit une leçon générale : la ville productive ne naît pas spontanément du marché foncier. Elle exige du zonage, des locaux adaptés, des infrastructures et une politique économique.

10. Campagnes spécialisées : produire beaucoup, décider peu

La métropole transforme aussi les campagnes. La relation n'est pas celle d'une ville moderne entourée d'un monde rural resté extérieur. Les territoires ruraux sont intégrés aux chaînes alimentaires, énergétiques, logistiques et touristiques. Ils peuvent être très productifs tout en devenant fonctionnellement spécialisés.

Une région céréalière exporte sa production mais importe des aliments transformés ; une vallée produit de l'électricité mais manque de transport public ; un territoire touristique voit ses logements devenir des résidences secondaires ; une zone logistique accueille des entrepôts tout en offrant peu d'emplois qualifiés locaux. La spécialisation peut augmenter le revenu d'une filière mais réduire la pluralité des possibilités.

L'OCDE insiste sur la continuité des relations urbaines et rurales plutôt que sur une frontière nette. Emploi, services, logement, loisirs, ressources naturelles et infrastructures traversent les limites administratives. Les politiques rurales ne peuvent donc être réduites à l'agriculture ; elles doivent traiter accès aux services, innovation, mobilité et diversification économique.

La concentration des services dans les pôles peut être efficace pour les équipements rares. Elle devient problématique lorsque chaque fonction ordinaire exige un trajet : santé, école, commerce, administration, culture. Un territoire producteur de ressources peut alors être dépendant de la métropole pour presque tout le reste.

La justice territoriale demande que les campagnes puissent refuser certaines spécialisations, conserver une part de la valeur créée et développer d'autres activités. La métropole ne doit pas considérer son hinterland comme un espace vide destiné à fournir sol, énergie, nourriture et stockage.

11. New York : l'eau comme contrat entre ville et bassin versant

Le système d'eau de New York constitue un cas particulièrement instructif de coopération ville-campagne. La ville fournit environ un milliard de gallons d'eau potable par jour à 8,5 millions de résidents, et environ 110 millions de gallons supplémentaires à un million de personnes dans plusieurs comtés voisins. Une grande partie de cette eau vient de bassins situés à plus de 125 miles de la ville.

La relation pourrait être purement extractive : la ville capte l'eau, impose des restrictions aux territoires d'amont et bénéficie du service. L'accord de bassin de 1997 a cherché une structure différente. Le Watershed Memorandum of Agreement a été négocié entre la ville, l'État de New York, les comtés et communautés du bassin, l'agence fédérale de protection de l'environnement et des organisations environnementales.

L'accord combine réglementation de la qualité de l'eau et programmes d'investissement dans le bassin. La ville a financé des infrastructures d'assainissement, de protection agricole et de développement économique compatible avec la qualité de l'eau. Les partenariats avec le Catskill Watershed Corporation et le Watershed Agricultural Council traduisent l'idée qu'une eau urbaine de qualité dépend de pratiques territoriales que la ville doit aider à financer.

Cette politique a également contribué au maintien d'une dérogation à la filtration pour les systèmes Catskill/Delaware, sous contrôle réglementaire. Le modèle n'est pas exempt de conflit : les habitants d'amont peuvent percevoir les règles new-yorkaises comme une contrainte imposée par une métropole puissante. Mais précisément, le cas montre pourquoi la relation doit être contractualisée, financée et représentée plutôt que supposée naturelle.

L'eau devient ainsi une institution interterritoriale. La métropole reconnaît que le bassin versant fournit un service collectif et qu'elle ne peut protéger cette ressource par une simple frontière urbaine.

12. Gouverner les bassins de vie plutôt que les frontières administratives

Les flux métropolitains traversent systématiquement les frontières : travailleurs, eau, alimentation, déchets, énergie, marchandises. Une municipalité peut donc prendre une décision rationnelle pour elle-même et produire un mauvais résultat pour l'ensemble. Une commune protège son budget en repoussant du logement abordable ; une autre accueille les entrepôts ; une troisième les emplois ; toutes dépendent ensuite du transport.

La notion d'aire urbaine fonctionnelle offre une première correction statistique : inclure la zone de navettage autour du centre. Mais la gouvernance doit aller plus loin parce que les périmètres diffèrent selon la fonction. Le bassin alimentaire n'est pas le bassin d'emploi ; le bassin versant ne correspond pas au

réseau électrique ; la gestion des déchets possède encore une autre géographie.

Il faut donc des institutions fonctionnelles emboîtées plutôt qu'un gouvernement métropolitain supposé compétent pour tout. Un syndicat de bassin peut traiter l'eau ; une autorité de mobilité coordonne les transports ; un plan alimentaire associe ville et régions agricoles ; une fédération logistique organise les infrastructures de fret.

La démocratie demande que les territoires fournisseurs participent réellement. Une métropole qui achète simplement le service sur un marché conserve le pouvoir de changer de fournisseur et d'imposer les prix. Une relation de réciprocité ajoute des engagements de long terme, des investissements, des données partagées et des procédures de conflit.

Cette gouvernance prépare le chapitre 12 sur la fédération : l'objectif n'est pas d'agrandir indéfiniment le centre, mais d'associer les unités à l'échelle exacte de chaque interdépendance.

13. Objection : la densité métropolitaine est déjà la forme la plus écologique

L'objection possède une base réelle. La densité peut réduire les distances, rendre les transports collectifs viables, diminuer la surface de logement par habitant et partager certaines infrastructures. Les villes denses permettent davantage de marche et de vélo que les formes dispersées. L'OCDE souligne que la densité facilite certains modes et rend possible une offre de transport collectif fréquente.

Mais la densité n'est pas un bilan écologique complet. Elle peut diminuer les émissions territoriales tout en dépendant de produits et matériaux fabriqués ailleurs. Une ville qui ne compte que les émissions sur son territoire ignore une partie de son empreinte de consommation. Elle peut aussi expulser les fonctions productives et logistiques, allongeant les chaînes.

Il faut distinguer densité et hyperconcentration. Une ville compacte avec des quartiers mixtes peut réduire les déplacements obligatoires. Une métropole où les emplois très rémunérés se

concentrent dans quelques centres tandis que les logements abordables s'éloignent produit au contraire de longs trajets. L'efficacité du bâti ne compense pas automatiquement l'organisation du travail et du foncier.

La conclusion n'est donc pas de disperser la ville. Elle est de conserver les avantages de la densité tout en réduisant les distances forcées, en réintégrant certaines fonctions productives et en comptabilisant les flux extérieurs. La densité est une condition possible de sobriété, pas une preuve automatique de durabilité.

14. Objection : relocaliser des activités urbaines augmentera nuisances et coûts

Oui, certaines activités ont quitté la ville pour de bonnes raisons. Pollution de l'air, bruit, risques industriels, trafic de poids lourds et conflits d'usage peuvent rendre une production incompatible avec un quartier résidentiel. La ville productive ne doit pas effacer cette histoire sanitaire.

Le critère est la compatibilité. Une réparation de vélo, une cuisine, un atelier de menuiserie ou une petite fabrication propre peuvent coexister avec l'habitat sous conditions. Une usine chimique Seveso ou une plateforme de milliers de camions demande une autre implantation. La proximité doit être sélectionnée, pas généralisée.

Les coûts fonciers urbains sont également supérieurs. Protéger un local industriel signifie renoncer à une partie de la rente que produirait un logement ou un bureau. Mais cette comparaison est incomplète si la disparition de l'activité crée davantage de trafic, de déchets ou de dépendance. La ville paie parfois ailleurs ce qu'elle gagne sur la parcelle.

Les politiques de Londres montrent que le foncier industriel peut être intensifié, verticalisé ou co-localisé pour mieux utiliser le sol. La solution n'est donc pas toujours conserver un entrepôt bas sur une parcelle centrale ; elle peut être reconstruire une infrastructure productive plus dense.

La relocalisation doit être évaluée activité par activité. Le chapitre 15 formulera cette méthode de manière générale. Ici, il suffit de refuser deux absolus : tout rapprocher ou tout expulser.

15. Objection : les territoires ruraux profitent déjà suffisamment de la métropole

Les territoires ruraux bénéficient effectivement des marchés urbains. Les villes offrent des débouchés agricoles, des emplois, des universités, des hôpitaux, des touristes et des transferts fiscaux. Une opposition morale entre métropole prédatrice et campagne victime serait fausse.

Mais le bénéfice moyen ne dit rien de la distribution du pouvoir. Un territoire peut recevoir des revenus d'une filière tout en perdre ses services, subir des nuisances ou dépendre d'un acheteur dominant. Une commune logistique peut percevoir des recettes et supporter des flux de camions ; une région touristique peut gagner des revenus et perdre l'accès au logement pour ses habitants.

La réciprocité doit donc être évaluée sur plusieurs dimensions : revenus, emplois, qualité des emplois, services, environnement, foncier et capacité de décision. Le contrat ne doit pas seulement compenser un dommage ; il doit permettre au territoire fournisseur de diversifier ses propres capacités.

L'exemple new-yorkais de l'eau est utile : le financement de la protection du bassin ne se réduit pas à acheter de l'eau moins chère. Il reconnaît que la qualité du service dépend d'un territoire vivant et de pratiques agricoles, d'assainissement et de développement.

Une relation urbaine-rurale juste ne suppose donc pas que chacun gagne la même chose. Elle exige que personne ne soit réduit durablement à une fonction imposée par la demande d'un autre territoire.

16. Objection : la mobilité est un choix individuel

La mobilité comporte évidemment des choix. Certaines personnes acceptent un trajet plus long pour une maison plus

grande, une école particulière, un cadre de vie ou un emploi plus intéressant. Une politique territoriale ne doit pas prétendre connaître mieux qu'elles leurs préférences.

Mais les choix se font dans une structure de prix et d'infrastructures. Lorsque les logements proches de l'emploi sont inabordables, que la ligne de bus est inexistante et que les services ont été regroupés à quinze kilomètres, l'automobile n'est plus une simple préférence. Elle devient la condition d'accès.

Les données nationales françaises montrent ce rôle de la géographie : dans les couronnes des aires d'attraction des villes, la voiture domine largement les trajets domicile-travail, tandis que les centres urbains offrent beaucoup plus souvent transports collectifs, marche et vélo. La différence ne peut pas être expliquée seulement par la psychologie des habitants.

La politique doit donc offrir des options plutôt que moraliser les comportements. Logement abordable, mixité fonctionnelle, transports collectifs, pistes cyclables, télétravail lorsqu'il est pertinent et services distribués permettent un choix réel.

La liberté de mobilité ne consiste pas à pouvoir conduire partout. Elle consiste à ne pas être obligé de parcourir chaque jour une longue distance pour satisfaire des besoins ordinaires.

17. La justice spatiale : répartir les bénéfices et les nuisances

La métropole distribue spatialement les fonctions qui lui sont nécessaires. Certaines localisations sont valorisées, d'autres servent de zones de passage, d'entreposage, de traitement ou de production. Cette répartition peut reproduire les inégalités sociales lorsque les ménages disposant du moins de pouvoir résident aussi dans les zones les plus exposées.

Une politique de justice spatiale doit donc cartographier non seulement les services mais les nuisances : bruit, pollution atmosphérique, chaleur, trafic, risques industriels, temps de déplacement et accès aux espaces verts. Elle doit aussi regarder qui bénéficie des investissements publics.

Les mécanismes de compensation ne suffisent pas toujours. Un quartier ne devrait pas accepter indéfiniment davantage de pollution en échange d'une subvention. Certains seuils environnementaux doivent être non négociables. D'autres fonctions peuvent être réparties plus équitablement entre territoires.

La gouvernance métropolitaine doit enfin traiter le prix du foncier. Lorsqu'un investissement de transport public augmente fortement les valeurs immobilières, les ménages qui devaient en bénéficier peuvent être repoussés. La capture publique d'une partie de la plus-value, le logement social et les organismes fonciers sont alors des instruments de continuité territoriale.

La justice spatiale relie ainsi environnement et propriété. Il ne suffit pas de rapprocher un service ; il faut empêcher que son amélioration déplace ceux qui en avaient besoin.

18. Le droit de comprendre son territoire

Kropotkine associait la géographie à l'émancipation parce qu'elle reliait les activités humaines aux conditions matérielles. Cette intuition peut être reformulée comme un droit collectif à comprendre le territoire quotidien.

Combien de nourriture entre dans la métropole ? D'où vient l'eau ? Qui possède les réseaux ? Quels quartiers supportent les entrepôts et les autoroutes ? Où se situent les logements abordables par rapport aux emplois ? Quelles terres agricoles ont disparu ? Quelles capacités de réparation subsistent ?

Ces questions ne doivent pas être réservées aux bureaux d'études. Les métabolismes urbains, données de mobilité, cartes foncières et bilans de déchets peuvent être publiés sous des formes compréhensibles. Les écoles, universités, associations et collectivités peuvent participer à des enquêtes territoriales.

Comprendre ne signifie pas que chaque habitant décide de chaque infrastructure. La connaissance partagée permet autre chose : contester une hypothèse, proposer une alternative, vérifier une promesse et comprendre le coût transféré à un autre territoire.

Sans ce droit, la participation métropolitaine reste abstraite. On consulte sur la forme d'un quartier alors que les grandes structures de logement, d'emploi, de fret ou d'alimentation ont déjà été décidées ailleurs.

19. Un programme métropolitain de réciprocité

Une métropole qui prend au sérieux ses dépendances devrait organiser un programme de réciprocité territoriale. Premièrement, cartographier ses flux essentiels et les territoires fournisseurs. Deuxièmement, identifier les vulnérabilités et les nuisances associées. Troisièmement, créer des instances de négociation avec ces territoires pour l'alimentation, l'eau, l'énergie, les matériaux, les déchets et la logistique.

Quatrièmement, protéger dans la ville les fonctions qui gagnent à rester proches : logements accessibles, ateliers, marchés de gros, réparation, logistique urbaine, transformation alimentaire. Cinquièmement, financer les services environnementaux et infrastructures nécessaires dans les territoires fournisseurs lorsque la métropole en retire un bénéfice direct.

Sixièmement, organiser une péréquation des recettes et des coûts lorsque certaines communes supportent des équipements d'intérêt métropolitain. Septièmement, rendre publics les indicateurs de temps de déplacement, prix du logement, artificialisation, flux de marchandises et exposition aux nuisances.

Huitièmement, prévoir un droit de révision. Une relation territoriale peut devenir déséquilibrée avec les prix, le climat ou la démographie. Les contrats doivent être suffisamment longs pour permettre l'investissement mais suffisamment révisables pour éviter la capture.

Ce programme ne crée pas une autosuffisance. Il transforme une dépendance invisible en interdépendance politique. La métropole cesse de considérer les flux comme des services automatiques et reconnaît les territoires qui les rendent possibles.

20. Bilan du chapitre

La métropole n'est pas une erreur à abolir. Elle concentre des possibilités que la dispersion ne reproduirait pas : savoirs, hôpitaux, culture, rencontres, spécialisations et réseaux. Son problème apparaît lorsqu'elle sépare ces possibilités des conditions matérielles qui les soutiennent, puis distribue les coûts de cette séparation selon le prix du foncier et le pouvoir politique.

L'histoire de l'urbanisation moderne est aussi une histoire de suburbanisation, de spécialisation et de desserrement logistique. Le logement éloigne certains travailleurs des emplois ; la logistique suit le foncier disponible ; les terres périurbaines deviennent réserves de construction ; les territoires ruraux sont intégrés aux marchés métropolitains sans nécessairement conserver des services et des capacités.

Les cas de Paris, Londres et New York montrent trois réponses différentes : organiser un bassin alimentaire au-delà des frontières administratives ; protéger du foncier productif dans une ville très chère ; contractualiser la relation entre une métropole et le bassin versant qui fournit son eau. Aucun de ces dispositifs n'abolit l'interdépendance. Ils cherchent à la gouverner.

Le programme contemporain n'est donc ni l'exode inverse ni l'autosuffisance urbaine. Il consiste à rendre les villes plus productives et réparatrices, les logements et services moins spatialement séparés, les périphéries moins spécialisées, les flux plus visibles et les relations entre territoires plus réciproques.

Cette conclusion prépare directement le chapitre suivant. La relation entre métropole et campagne devient particulièrement concrète dans l'agriculture : spécialisation des sols, concentration foncière, dépendance aux intrants, éloignement de la transformation et tension entre rendement, résilience et fertilité. La séparation spatiale devient alors séparation écologique.

Approfondissements

A. Densifier sans expulser les fonctions matérielles

La densification est utile lorsqu'elle économise le sol, rapproche les services et rend les transports collectifs viables. Elle devient contre-productive lorsqu'elle ne valorise que le logement et le bureau et chasse ateliers, entrepôts, marchés de gros et services techniques. Les documents d'urbanisme devraient donc réserver des capacités productives et logistiques aussi explicitement qu'ils réservent du logement ou des espaces verts.

B. Les entrepôts comme équipements urbains

Une métropole consomme tous les jours ; elle doit donc stocker, trier et redistribuer. L'entrepôt n'est pas un accident laid du paysage mais un équipement de fonctionnement. Son architecture, sa localisation et son mode de desserte peuvent être améliorés. Le considérer comme infrastructure permet d'exiger rail, fleuve, mutualisation, toiture solaire, gestion des eaux, emplois accessibles et réduction du trafic plutôt que le laisser se développer uniquement là où le foncier est le moins cher.

C. Le temps de trajet comme indicateur d'inégalité

Le revenu disponible ne mesure pas le temps perdu en déplacement. Deux personnes au même salaire peuvent disposer de vies très différentes si l'une marche dix minutes et l'autre passe deux heures par jour dans les transports. Les politiques métropolitaines devraient donc suivre la distribution des temps d'accès aux emplois et services, pas seulement leur moyenne.

D. Une campagne peut être métropolitaine sans devenir banlieue

La relation fonctionnelle à une ville n'oblige pas un territoire rural à adopter la morphologie de la banlieue. Des bourgs, terres agricoles, forêts et petites villes peuvent participer au même bassin d'emploi ou alimentaire tout en conservant leurs formes propres. La coopération doit précisément éviter que l'intégration

économique soit traduite automatiquement en urbanisation continue.

E. La réciprocité n'est pas une dette morale

Un territoire fournisseur ne doit pas être idéalisé ni rémunéré simplement parce qu'il est rural. La réciprocité repose sur des fonctions concrètes : protection d'un bassin, accueil d'une infrastructure, production alimentaire, absorption d'un déchet, conservation d'un sol. Les obligations doivent être documentées et révisables. Cela évite de transformer la justice territoriale en distribution opaque de subventions.

Notes et références du chapitre 2

1. Nations unies, Département des affaires économiques et sociales, Population Division, World Urbanization Prospects 2025: Summary of Results. La révision 2025 estime que les villes accueillent 45 % de la population mondiale en 2025, contre environ 20 % en 1950.
2. Nations unies, World Urbanization Prospects 2025, méthodologie « Degree of Urbanization ». La nouvelle révision distingue villes, bourgs et zones rurales selon une méthode géospatiale harmonisée.
3. OCDE, « OECD Definition of Cities and Functional Urban Areas », base et méthodologie. Une aire urbaine fonctionnelle comprend un centre urbain et sa zone de navettage définie par les flux domicile-travail.
4. Lewis Dijkstra, Hugo Poelman et Paolo Veneri, « The EU-OECD definition of a functional urban area », OECD Regional Development Working Papers, 2019/11.
5. OCDE, Cities in the World: A New Perspective on Urbanisation, 2020. Référence pour les formes urbaines, l'accessibilité et les relations entre densité et mobilité.
6. Apur, Nourrir Paris et la métropole du Grand Paris – État des lieux de la filière alimentation et de sa résilience, octobre 2024. L'étude estime à environ 3 090 tonnes par jour les besoins alimentaires de Paris et 10 060 tonnes ceux de la Métropole du Grand Paris.
7. Métropole du Grand Paris, Plan Alimentaire Métropolitain 2024-2030, approuvé le 11 octobre 2024. Trois axes : restauration collective et accessibilité, résilience et adaptation, coopérations territoriales et gouvernance.
8. Métropole du Grand Paris, page « Agriculture et alimentation », consultée en 2026. Le programme de restauration collective a accompagné plusieurs dizaines de communes et des agents de cuisine ; le Plan se déploie avec le réseau francilien des PAT et le démonstrateur Seine Nourricière.
9. Insee, « Changer de commune de résidence ou de travail : quel impact sur les trajets quotidiens ? », Insee Analyses Île-de-France n°117, 16 juin 2020. En 2015,

les salariés franciliens parcouraient en moyenne 18,4 km pour rejoindre leur travail.

10. Insee, « Déplacements domicile-travail », Insee Flash Île-de-France n°16. L'étude observe un usage de la voiture beaucoup plus important en grande couronne qu'à Paris.

11. Insee, « Se déplacer en voiture : des distances parcourues une fois et demie plus importantes pour les habitants des couronnes que pour ceux des pôles », 2021. Référence pour le rôle de la structure spatiale dans la dépendance automobile.

12. Agence européenne pour l'environnement, « Net land take in cities and commuting zones in Europe », indicateur consulté en 2026. Le rythme net de consommation de terres dans les villes et zones de navettage de l'UE est passé d'environ 410 km²/an en 2012-2018 à 540 km²/an en 2018-2021.

13. Institut Paris Region, « La fonction logistique », Observatoire du fret et de la logistique en Île-de-France, consulté en 2026. La logistique francilienne est organisée en plusieurs niveaux, du grand entrepôt périphérique au micro-hub.

14. Institut Paris Region, « La logistique dans l'immobilier en Île-de-France – État des lieux au 1er janvier 2026 ». Environ 1 900 bâtiments logistiques et 21,3 millions de m² de surfaces bâties sont recensés.

15. Institut Paris Region, « État des lieux de la logistique en Île-de-France », 1er avril 2020. L'étude décrit l'éloignement des plateformes, la concentration en grande couronne et la nécessité de rapprocher une partie de la logistique des lieux de consommation.

16. Institut Paris Region, « Les nouveaux territoires logistiques franciliens : éloignement et spécialisation », Note rapide Mobilité n°665, 2014.

17. Institut Paris Region, « L'empreinte spatiale de la logistique au défi de la sobriété foncière », Note rapide Économie n°992, 2023.

18. Greater London Authority, The London Plan 2021, chapitre 6 « Economy », politiques E4 à E7. Le plan protège et organise Strategic Industrial Locations, Locally Significant Industrial Sites et autres capacités industrielles/logistiques.

19. Cities of Making, projet de recherche européen sur la fabrication urbaine, 2017-2020, comparant Londres, Bruxelles et Rotterdam. Le projet étudie ressources, technologies, conditions spatiales et conditions socio-économiques de la production urbaine.

20. perspective.brussels, Observatoire des activités productives, consulté en 2026. Référence pour la perte historique d'activités productives à Bruxelles et les tensions foncières entre production, logement et bureaux.

21. OCDE, Rural-Urban Partnerships: An Integrated Approach to Economic Development, 2013. Le rapport propose de traiter les relations ville-campagne par les interdépendances fonctionnelles plutôt que par une opposition binaire.

22. OCDE, Rural Well-being: Geography of Opportunities, 2020. Référence pour les continuités urbain-rural, les services, l'emploi et les infrastructures dans les régions fonctionnelles.

23. New York City Department of Environmental Protection, « Water Supply », consulté en 2026. Le réseau fournit environ un milliard de gallons d'eau par jour à 8,5 millions d'habitants de la ville et environ 110 millions supplémentaires à un million de personnes de comtés voisins.
24. New York City DEP, Watershed Memorandum of Agreement et Watershed Regulations, 1997. L'accord a été négocié entre collectivités du bassin, État, Ville, autorités fédérales et organisations environnementales.
25. New York City DEP, bilan de mise en œuvre du Watershed Memorandum of Agreement, 1999. Les programmes combinent protection de l'eau et partenariats de long terme avec les communautés d'amont.
26. New York City DEP, Drinking Water Supply and Quality Report 2024 et 2025. Le bassin total couvre près de 2 000 miles carrés et s'étend jusqu'à environ 125 miles de la ville.
27. New York City DEP, documents sur les programmes de protection du bassin versant. Depuis les années 1990, plusieurs milliards de dollars ont été investis dans la protection de la ressource, l'assainissement, les partenariats agricoles et les infrastructures des communautés du bassin.
28. U.S. Environmental Protection Agency, documentation sur la Filtration Avoidance Determination pour les bassins Catskill/Delaware. Le régime repose sur la protection de la source, la surveillance et des obligations de programme plutôt que sur une filtration complète classique.
29. Sabine Barles, travaux sur le métabolisme urbain et territorial. Référence conceptuelle pour l'étude des flux de matières et des relations entre ville, territoire et environnement.
30. Matthew Gandy, *Concrete and Clay: Reworking Nature in New York City*, MIT Press, 2002. Référence historique sur la manière dont les infrastructures urbaines organisent et rendent invisibles les relations de la ville avec la nature.
31. André Guillerme et travaux historiques sur les réseaux urbains, l'eau, l'assainissement et la transformation matérielle des villes. Référence de contexte pour l'histoire de la métropole infrastructurelle.
32. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, édition révisée, 1912. Le chapitre prolonge sa critique de la séparation territoriale sans lui attribuer les données ou institutions contemporaines décrites ici.

L'AGRICULTURE INDUSTRIELLE ET LA PERTE DU SOL

Le rendement d'une année ne mesure pas la capacité d'une terre à nourrir durablement.

Kropotkine écrivait contre un monde où l'agriculture était tenue pour une activité fatalement pauvre, condamnée à céder devant l'industrie et à nourrir les villes depuis des campagnes toujours plus spécialisées. Il cherchait dans l'horticulture intensive, l'irrigation, les serres, l'amendement des sols et la diffusion des connaissances la preuve qu'une petite surface pouvait devenir extraordinairement productive lorsque l'on y concentrait intelligence, soin et travail.

Le XXe siècle lui a donné raison sur un point essentiel : les rendements agricoles ne sont pas une donnée immuable de la nature. Sélection variétale, engrais minéraux, mécanisation, irrigation, pesticides, protection des plantes, stockage, froid, transport et recherche agronomique ont profondément augmenté la production. Dans de nombreuses régions, ces transformations ont réduit le risque de famine et libéré des millions de personnes d'une partie du travail agricole le plus pénible.

Mais la même histoire a créé un problème que Kropotkine ne pouvait connaître sous sa forme contemporaine. La productivité d'une parcelle est devenue dépendante de systèmes techniques et économiques de plus en plus vastes : énergie fossile, engrais azotés, réseaux d'irrigation, machines, crédits, semences commerciales, logiciels, marchés mondiaux et infrastructures logistiques. Le sol a parfois cessé d'être pensé comme un milieu vivant à maintenir pour devenir le support d'un flux productif dont les éléments essentiels arrivent de l'extérieur.

Le mot « agriculture industrielle » ne désigne donc pas ici toute mécanisation ni toute grande exploitation. Il désigne une organisation dans laquelle la production est évaluée principalement par le volume marchand et la productivité du

travail, tandis que le renouvellement des sols, la diversité biologique, la sécurité foncière, la dépendance technique et les conditions du travail peuvent être renvoyés hors du calcul principal. Une petite exploitation très dépendante d'un intrant ou d'un acheteur peut être plus captive qu'une ferme plus grande et diversifiée.

La question de ce chapitre n'est pas de choisir entre un passé paysan idéalisé et une agriculture moderne. Elle est de déterminer ce que l'intensification doit intensifier. L'agriculture du siècle dernier a surtout intensifié les intrants, la mécanisation et la spécialisation. Une agriculture durable devra également intensifier l'observation, la fertilité, la diversité, la maintenance, la coopération et la capacité des producteurs à comprendre et modifier les systèmes dont ils dépendent.

1. De l'intensification horticole de Kropotkine à la révolution verte

Kropotkine s'appuyait sur les maraîchers de la région parisienne, les horticulteurs des îles Britanniques, les serres et différentes formes d'agriculture intensive pour contester l'idée malthusienne d'une terre imposant mécaniquement une limite fixe à la production. Dans son raisonnement, le rendement augmente lorsque la connaissance agronomique, le fumier, l'eau, la chaleur, les rotations et le travail attentif sont concentrés sur une surface.

La révolution verte du XXe siècle a repris l'idée d'un potentiel biologique transformable, mais dans une architecture différente. À partir des années 1940 puis surtout des années 1960, la sélection de variétés à haut rendement, l'irrigation, les engrais de synthèse et la protection chimique ont permis de faire croître rapidement la production de céréales dans plusieurs régions d'Asie et d'Amérique latine. L'augmentation du rendement ne venait plus seulement du soin intensif de petites parcelles : elle reposait sur un ensemble coordonné de recherche, crédit, infrastructures, marchés publics et industries d'intrants.

Cette réussite doit être reconnue. En Inde, la révolution verte a fortement accru la production alimentaire et réduit la dépendance du pays à certaines importations céréalières. Le Punjab est devenu l'un des principaux greniers du pays. La Punjab Agricultural University rappelle que, sur plusieurs décennies, les rendements du blé et du riz ont été multipliés environ par quatre dans l'État, tandis que la production totale augmentait encore davantage.

Mais ce changement a également installé un régime technique. Une variété à haut rendement produit son potentiel dans certaines conditions de fertilisation, d'eau et de protection. Une politique de prix minimum et d'achat public peut encourager quelques cultures. Des subventions à l'électricité rendent le pompage rentable. Un investissement dans une moissonneuse incite à conserver des cultures compatibles avec la machine. L'innovation ne s'ajoute donc pas simplement à l'agriculture : elle recompose les choix économiques autour d'elle.

La leçon n'est pas que la science aurait été une erreur. Elle est qu'une invention agronomique ne peut être jugée indépendamment du système qui permet son adoption. Une variété productive peut améliorer la sécurité alimentaire tout en favorisant une monoculture régionale ; une irrigation peut stabiliser la récolte tout en épuisant une nappe ; une machine peut supprimer une tâche pénible tout en augmentant le seuil de capital nécessaire pour entrer dans le métier.

2. Rendement, productivité du travail, résilience et fertilité

Quatre notions doivent être séparées parce qu'elles sont souvent confondues. Le rendement exprime une production par unité de surface : tonnes de blé par hectare, litres de lait par vache, kilogrammes de légumes par mètre carré. La productivité du travail rapporte une production au temps ou au nombre de travailleurs. Une ferme peut avoir un rendement élevé avec beaucoup de travail ou un rendement moyen avec très peu de travail humain grâce aux machines.

La résilience décrit autre chose : la capacité d'un système à continuer à fournir sa fonction lorsqu'il subit une sécheresse, une hausse de prix, une maladie, une pénurie d'intrants ou une panne. Un système très performant dans des conditions normales peut être fragile si sa production dépend d'un nombre réduit de variétés, d'une irrigation continue ou d'un fournisseur unique.

La fertilité est encore différente. Elle n'est pas simplement la quantité de nutriments disponibles cette année. Un sol fertile combine structure, matière organique, activité biologique, disponibilité des éléments nutritifs, capacité de rétention de l'eau, profondeur, porosité et absence de toxicité. Certaines de ces propriétés peuvent être compensées temporairement par des intrants. Cette compensation ne signifie pas que la fonction écologique a été restaurée.

Ces quatre critères peuvent évoluer en sens opposé. Une mécanisation importante augmente la productivité du travail tout en maintenant le rendement. Une fertilisation azotée augmente le rendement à court terme sans garantir l'amélioration de la matière organique. Une rotation diversifiée peut produire moins d'une culture particulière mais augmenter la stabilité du revenu et réduire la dépendance à un ravageur.

L'erreur politique commence lorsqu'un seul indicateur devient la définition de la réussite. L'agriculture doit produire suffisamment. Mais elle doit également rester productive dans dix ou trente ans, résister aux chocs, offrir des conditions de travail soutenables et maintenir les ressources dont sa production dépend.

3. Les coûts que le rendement ne compte pas

Le rendement agricole est un indicateur local ; les coûts peuvent être déplacés. Une tonne supplémentaire produite grâce à un pompage d'eau souterraine ne contient pas le niveau futur de la nappe dans son prix. Un engrais azoté apporte un nutriment essentiel mais son cycle de fabrication et d'utilisation peut produire des émissions et des pertes vers l'eau ou l'atmosphère.

Un pesticide peut protéger une récolte tout en affectant des organismes non ciblés.

Il faut éviter une comptabilité morale où tout intrant serait présenté comme un dommage. Les engrais ont permis des gains considérables et restent nécessaires dans de nombreux systèmes. L'irrigation protège des récoltes et permet parfois plusieurs cultures par an. Les produits phytosanitaires évitent certaines pertes. La question est celle du niveau, de la dépendance et des alternatives disponibles.

Les coûts non comptés comprennent également le capital. Une agriculture mécanisée peut produire beaucoup avec peu de travailleurs mais exiger tracteurs, moissonneuses, bâtiments, systèmes de stockage et trésorerie. L'endettement devient alors une composante du système technique. Le producteur doit assurer un volume et un revenu suffisants pour rembourser l'équipement, ce qui peut favoriser l'agrandissement et la spécialisation.

Le temps des agriculteurs constitue un autre coût invisible. Une méthode qui réduit les intrants peut demander davantage d'observation ou de passages. Une diversification peut augmenter le travail de planification, de récolte et de commercialisation. À l'inverse, la simplification d'une monoculture peut réduire le nombre de décisions quotidiennes mais augmenter la dépendance au marché et aux fournisseurs.

Comparer deux agricultures demande donc une comptabilité élargie : rendement, travail, capital, risques, eau, énergie, sol, biodiversité, santé et capacité de décision. Aucun de ces indicateurs ne suffit seul.

4. Étude de cas : le Punjab, réussite productive et verrouillage du système riz-blé

Le Punjab indien est l'un des cas les plus clairs d'une révolution agricole à la fois réelle et contradictoire. La révolution verte y a été introduite au milieu des années 1960, d'abord pour le blé puis pour le riz. Pendant les décennies suivantes, les rendements et les revenus agricoles ont fortement augmenté, la pauvreté a reculé et

l'État a pris une place majeure dans l'approvisionnement alimentaire indien.

Cette réussite a progressivement concentré les cultures autour du système riz-blé. Aujourd'hui, l'ICAR décrit environ 3,16 millions d'hectares du centre du Punjab comme dominés par cette rotation. Les sols alluviaux y présentent des déficiences multiples et des niveaux faibles de carbone organique, tandis que la productivité des facteurs et les rendements tendent à stagner. L'État reste extrêmement irrigué : environ 96 % de sa surface cultivée l'est selon cette source.

L'eau devient la contradiction la plus visible. Le Central Ground Water Board indiquait pour 2024 que l'extraction annuelle d'eau souterraine dans le Punjab restait très supérieure à la ressource extractible annuelle. La carte officielle classe encore une grande partie des unités d'évaluation comme surexploitées. La question n'est donc pas une future pénurie abstraite : le système de production puise déjà au-delà du renouvellement local dans de nombreuses zones.

Le problème est institutionnel autant qu'agronomique. Les agriculteurs ne choisissent pas le riz uniquement par ignorance écologique. Le prix, les achats publics, l'infrastructure, les variétés, les machines et l'électricité d'irrigation créent un environnement où cette culture reste rationnelle pour beaucoup d'exploitations. Une variété plus longue peut même donner un revenu supérieur tout en consommant davantage d'eau.

La transformation ne peut donc pas se limiter à demander individuellement aux producteurs de diversifier. Il faut rendre d'autres cultures achetables, transformables et rentables ; sécuriser leur commercialisation ; adapter les machines ; soutenir les rotations avec légumineuses ; mieux utiliser l'eau de canal ; introduire semis direct ou autres pratiques adaptées lorsque les essais le justifient.

Le Punjab montre ce que signifie un verrouillage sociotechnique. Une innovation a résolu un problème historique majeur de production alimentaire ; les institutions créées pour stabiliser cette réussite rendent ensuite difficile l'abandon d'une

partie du modèle lorsque ses coûts deviennent visibles. La critique de l'agriculture industrielle doit donc être capable de conserver les gains de sécurité alimentaire tout en modifiant les conditions qui les ont rendus écologiquement fragiles.

5. Spécialisation territoriale et rupture des cycles de nutriments

Dans une ferme associant cultures et élevage, une partie des nutriments circule entre animaux, fumier, sol et végétaux. Ce cycle n'est jamais parfaitement fermé : des produits quittent la ferme et des éléments doivent être remplacés. Mais la proximité facilite certains retours. La spécialisation territoriale transforme ce métabolisme.

Une région céréalière exporte des grains et importe de l'azote, du phosphore ou des aliments pour quelques élevages résiduels. Une région d'élevage importe d'énormes quantités d'aliments et concentre des effluents que les sols locaux ne peuvent pas toujours absorber sans pertes. Les villes reçoivent la nourriture, puis une partie de l'azote et du phosphore se retrouve dans les eaux usées et les déchets.

L'industrie a permis de compenser cette rupture. L'azote de synthèse ne dépend plus du fumier local. Les phosphates peuvent être extraits et transportés. Les aliments du bétail circulent sur des milliers de kilomètres. Cette capacité a libéré l'agriculture de certaines contraintes locales et augmenté fortement la production. Elle a aussi transformé les cycles écologiques en chaînes logistiques.

Réduire cette dépendance ne signifie pas vouloir fermer chaque cycle à l'échelle de la ferme. Il faut choisir l'échelle pertinente. Des plateformes de compostage, de méthanisation, de traitement des effluents ou de récupération du phosphore peuvent fonctionner à l'échelle d'un bassin. Des rotations céréales-légumineuses peuvent réduire une partie de l'azote acheté. Des contrats entre exploitations d'élevage et de culture peuvent redistribuer les matières organiques.

Le principe kropotkinien de combinaison retrouve ici une fonction moderne : rapprocher certaines activités peut améliorer la circulation matérielle. Mais la proximité n'est pas une garantie. Un élevage dense installé près d'une ville reste polluant s'il concentre davantage de nutriments que le territoire ne peut en recycler.

6. Propriété foncière, taille et horizon de décision

Le sol est à la fois milieu productif, patrimoine, garantie de crédit et actif financier. La manière dont il est possédé modifie l'horizon des décisions. Un exploitant propriétaire qui prépare une transmission familiale, un fermier avec bail sécurisé, un locataire précaire et une société financière n'ont pas la même relation au temps.

La taille ne détermine pas mécaniquement la qualité écologique. La FAO rappelle que les exploitations familiales représentent la très grande majorité des fermes mondiales et exploitent une large part des terres. Les petites exploitations de moins de deux hectares sont extrêmement nombreuses mais ne contrôlent qu'une fraction bien plus faible de la surface agricole. Le système mondial combine donc fragmentation du nombre d'exploitants et forte concentration d'une partie des terres.

Une grande exploitation peut posséder les moyens d'investir dans une rotation longue, des haies, du matériel de précision ou des salariés spécialisés. Une petite exploitation peut être extrêmement productive par hectare mais manquer de capital. Il serait donc faux d'identifier petite taille et vertu. Le problème politique est la possibilité d'entrer, de transmettre, de diversifier et de prendre des décisions de long terme.

Lorsque le prix du foncier augmente plus vite que le revenu agricole, l'installation devient difficile. L'agrandissement des exploitations existantes peut alors apparaître comme le seul moyen d'amortir les machines et de maintenir le revenu. Les départs en retraite créent une nouvelle concentration si les terres sont absorbées par les voisins plutôt que transmises à de nouveaux entrants.

Des outils publics ou coopératifs peuvent modifier cette dynamique : offices fonciers, sociétés de portage, baux de longue durée, droits de préemption, communs fonciers, plafonds ou contrôles de concentration selon les systèmes juridiques. Leur objectif n'est pas de fixer une taille universelle de ferme, mais de préserver un pluralisme d'usages et d'empêcher que le sol agricole soit alloué uniquement par la capacité financière.

7. Travail salarié, mécanisation et pouvoir dans l'exploitation

L'histoire de la mécanisation agricole est aussi une histoire de libération de tâches extrêmement pénibles. Labour, battage, récolte, transport ou traite mobilisaient autrefois des quantités de travail humain et animal difficilement imaginables aujourd'hui. Refuser ces gains au nom d'un retour à la terre serait socialement régressif.

Mais la réduction du nombre d'agriculteurs ne supprime pas le travail ; elle le redistribue. Une partie se déplace vers la fabrication des machines, les services, les semences, la maintenance, la logistique et la transformation. Dans certaines productions, le travail saisonnier reste intensif et dépend d'une main-d'œuvre migrante ou précaire.

La relation salariale agricole mérite donc une place dans l'évaluation des systèmes. Une exploitation à haut rendement peut reposer sur des travailleurs qui n'ont aucune prise sur les rotations, les produits utilisés, le logement ou le rythme. À l'inverse, une ferme familiale peut cacher un volume énorme de travail non rémunéré au sein du ménage.

La question n'est pas seulement combien d'emplois l'agriculture crée. Elle est : quels emplois, avec quel revenu, quelle sécurité, quelle capacité d'apprentissage et quelle participation aux choix techniques ? Une agriculture nécessitant davantage de soin peut être désirable si ce travail devient qualifié et correctement rémunéré ; elle devient injuste si la transition écologique repose sur des heures invisibles ou sous-payées.

Le progrès agronomique doit donc chercher simultanément à réduire la pénibilité et à préserver assez de présence humaine pour observer les systèmes. Une ferme entièrement gouvernée par l'objectif de minimiser le travail peut perdre la capacité d'attention dont la résilience dépend.

8. Genre, propriété et travail invisible

Le travail agricole et alimentaire possède une division de genre que les statistiques de propriété ont longtemps mal rendue. Dans de nombreux pays, les femmes cultivent, élèvent des animaux, transforment et préparent les aliments sans posséder la terre ni contrôler le revenu associé.

L'indicateur 5.a.1 de la FAO mesure précisément l'écart entre femmes et hommes dans la propriété ou les droits sécurisés sur les terres agricoles. Les données disponibles pour soixante-dix-huit pays montrent que les femmes sont moins susceptibles de posséder des terres dans la plupart d'entre eux ; dans près de 90 % des pays couverts, moins de la moitié des femmes de la population agricole disposent de droits fonciers sécurisés.

Cette inégalité change les choix techniques. Une personne sans droit stable sur la terre a moins de pouvoir pour planter une haie qui produira dans dix ans, investir dans un système d'irrigation ou contracter un crédit. Elle peut travailler quotidiennement sur une exploitation dont les décisions de vente, de succession ou d'endettement appartiennent juridiquement à quelqu'un d'autre.

Le travail domestique prolonge la chaîne agricole. Acheter, conserver, transformer, cuisiner et nettoyer sont des activités nécessaires à l'alimentation. Une agriculture dite « locale » peut déplacer une partie du travail de transformation vers les ménages si les infrastructures collectives disparaissent. La politique alimentaire doit donc considérer cuisines, cantines, conserveries et services de proximité comme une partie du système productif.

Une réforme foncière ou agroécologique qui ignore le genre peut renforcer les structures existantes. L'accès à la terre, au crédit, à la formation, aux organisations de producteurs et à la

représentation doit être évalué directement, pas supposé à partir du nombre de fermes.

9. Succession agricole : quand la terre survit mais que le métier disparaît

Dans de nombreux pays industrialisés, une grande partie des agriculteurs approche de l'âge de la retraite. Le problème de succession n'est pas seulement démographique. Une exploitation peut disparaître comme unité productive même si la terre reste cultivée : les parcelles sont rachetées ou louées par des voisins, les bâtiments changent d'usage et les compétences locales se concentrent.

Le prix du foncier et du matériel transforme l'installation en investissement lourd. Un jeune agriculteur doit parfois acheter ou louer plusieurs centaines de milliers d'euros d'actifs avant d'avoir vendu un produit. Les banques peuvent favoriser les modèles déjà connus, ce qui réduit la diversité des projets.

La succession est donc une politique de structure. Portage temporaire des terres, coopératives d'installation, transmission progressive, location longue, partage de machines et garanties publiques peuvent diminuer le seuil d'entrée. L'objectif n'est pas de maintenir artificiellement toutes les exploitations existantes ; certaines ne sont plus viables. Il est d'empêcher que le départ d'un agriculteur soit automatiquement traduit en concentration.

Le renouvellement peut aussi permettre une transformation écologique. Une exploitation transmise peut modifier ses rotations, séparer propriété du foncier et propriété de l'entreprise, installer plusieurs associés ou introduire une activité de transformation. Mais cette transition demande du temps et des financements avant que la nouvelle organisation atteigne son équilibre.

Une politique du sol doit donc protéger non seulement des hectares agricoles, mais la possibilité sociale d'en devenir responsable.

10. Étude de cas : Fazenda Annoni, le conflit foncier comme conflit sur l'accès au métier

La Fazenda Annoni, dans le Rio Grande do Sul au Brésil, fournit un cas historique où la question de la terre est devenue explicitement politique. Une partie de la propriété avait été expropriée juridiquement dès 1972, mais le conflit s'est prolongé. Le 29 octobre 1985, environ 1 500 familles venues de trente-deux municipalités ont occupé le domaine, dans un épisode devenu l'un des repères de l'histoire du Mouvement des travailleurs ruraux sans terre.

La municipalité de Pontão indique que le processus d'installation a commencé en 1986 et a concerné 406 familles issues de situations diverses : campements, travailleurs, personnes déplacées et familles touchées par la construction du barrage de Passo Real. La répartition définitive des lots a demandé encore des procédures juridiques et administratives.

L'intérêt du cas n'est pas de présenter toute occupation foncière comme modèle de politique agricole. Il montre qu'une concentration foncière produit un type particulier d'exclusion : des personnes possédant parfois savoir-faire, travail et volonté de cultiver peuvent rester hors de la production parce qu'elles ne disposent pas du titre ou de l'accès légal à la ressource fondamentale.

Les archives du Museu da República documentent à la fois le campement de 1986 et la situation après l'installation : école, laiterie, coopérative, centre de technologies alternatives, préparation du sol, élevage et infrastructures collectives. Le passage du conflit à l'exploitation montre que la redistribution de la terre ne suffit pas ; il faut ensuite crédit, équipement, éducation, transformation et organisation.

Le cas révèle également le caractère collectif de la propriété agricole. Une réforme foncière ne distribue pas seulement des parcelles : elle recompose un territoire, des routes, des écoles, des systèmes de commercialisation et des droits politiques. C'est pourquoi l'accès au sol ne peut être traité comme une transaction immobilière ordinaire.

11. Semences : innovation, droits et concentration

La sélection végétale est l'une des grandes réussites de l'agronomie : une variété résistante à une maladie, adaptée à la sécheresse ou plus productive peut améliorer simultanément revenu et sécurité alimentaire. La question politique commence lorsque le financement de cette innovation se combine à une forte concentration du marché. Le service économique de l'USDA montre qu'en 2018-2020 Bayer et Corteva représentaient ensemble environ 72 % des hectares de maïs et 66 % des hectares de soja plantés avec leurs semences aux États-Unis.

Cette concentration ne prouve pas que la propriété intellectuelle serait inutile. L'USDA souligne au contraire qu'elle a soutenu l'investissement privé dans la recherche variétale tout en augmentant le pouvoir de marché de certains acteurs. L'enjeu est donc de préserver plusieurs voies d'innovation : recherche publique, banques de germoplasme, sélection participative, protection variétale, domaine public et concurrence entre semenciers. Le producteur doit pouvoir accéder à une diversité de ressources génétiques et de fournisseurs suffisante pour que l'innovation ne devienne pas une dépendance irréversible.

12. Machines, logiciels et droit de réparer

Le tracteur contemporain est une machine mécanique et numérique. Capteurs, calculateurs et logiciels améliorent précision, rendement énergétique et diagnostic, mais ils peuvent aussi transformer une panne en dépendance envers le constructeur. Le contentieux américain autour de Deere & Company a rendu ce problème visible : en 2026, un accord proposé avec la Federal Trade Commission prévoit pendant dix ans un accès des agriculteurs et réparateurs indépendants à des ressources de réparation comparables à celles des concessionnaires autorisés.

En agriculture, quelques jours d'immobilisation pendant le semis ou la récolte peuvent coûter beaucoup plus que la pièce elle-même. La réparabilité doit donc être évaluée dès l'achat : documentation, pièces, outils de diagnostic, accès logiciel,

formation et réseau de maintenance. Le principe général sera développé plus loin dans le livre ; ici, sa conséquence agricole est simple : une machine performante ne renforce pas l'autonomie du producteur si personne hors de son fabricant ne peut la remettre en service à temps.

13. Données agricoles : la ferme comme productrice d'information

Capteurs de rendement, météo, images satellitaires, plateformes de gestion et outils d'aide à la décision peuvent améliorer irrigation, détection des maladies et suivi des essais. Mais leur valeur augmente lorsqu'ils agrègent les données de nombreuses exploitations. Le contrat doit donc préciser qui peut réutiliser, vendre ou agréger ces données et permettre au producteur de récupérer son historique dans un format exploitable.

Le problème n'est pas propre à l'agriculture numérique : il rejoint la question générale des plateformes, de l'IA et de la portabilité traitée dans les chapitres suivants. Pour la ferme, le critère pratique est de savoir si l'outil améliore la décision sans confisquer l'information nécessaire pour changer de fournisseur, vérifier une recommandation ou reprendre le système. Le numérique peut optimiser aussi bien une monoculture dépendante qu'un système diversifié ; il n'abolit donc ni le choix agronomique ni la politique foncière.

14. Sol : une infrastructure vivante

Le sol est souvent décrit comme un capital naturel. L'expression a l'avantage de rappeler qu'il produit des fonctions ; elle risque aussi de le réduire à une valeur comptable. Un sol est un assemblage vivant et minéral dont l'histoire influence la structure, l'eau, les nutriments et les organismes.

La FAO consacre son rapport 2025 sur la situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture à la dégradation des terres. Son estimation la plus marquante n'est pas une surface universellement « détruite », mais l'effet sur les personnes : environ 1,7 milliard d'individus vivent dans des zones où les

rendements des cultures sont inférieurs d'au moins 10 % à ce qu'ils auraient été en l'absence de dégradation anthropique.

Les mécanismes sont multiples : érosion, compaction, salinisation, diminution de matière organique, acidification, contamination, perte de structure ou désertification selon les régions. Il est donc trompeur de parler d'une seule « crise du sol ». Chaque problème demande un diagnostic spécifique.

La restauration ne signifie pas nécessairement arrêter de produire. Couverture végétale, rotations, réduction du travail du sol lorsqu'elle est adaptée, retour de matières organiques, gestion des pâturages, agroforesterie, contrôle de l'érosion et irrigation mieux ajustée peuvent améliorer certaines fonctions sans supprimer la récolte.

Le temps du sol est cependant plus long que celui du marché. Une hausse du prix peut modifier une rotation en une saison ; reconstruire de la matière organique ou une structure dégradée demande plusieurs années. Le régime de propriété, le crédit et les aides doivent donc permettre des décisions dont le bénéfice dépasse une campagne.

15. Eau : la productivité d'une culture dépend aussi de la nappe

L'irrigation a stabilisé des régions entières et permis des récoltes que la pluie seule n'aurait pas rendues possibles. L'agriculture est aussi le principal utilisateur d'eau douce prélevée dans de nombreux pays. La question est donc de distinguer eau utilisée et eau réellement consommée, ressource renouvelable et pompage d'un stock souterrain.

Le cas du Punjab montre la difficulté. Une eau souterraine gratuite ou très peu coûteuse à pomper peut rendre profitable une culture qui n'est pas adaptée au bilan hydrologique régional. Le producteur reçoit le signal économique d'une ressource abondante alors que la nappe baisse.

Les réponses techniques sont nombreuses : variétés plus courtes, irrigation plus précise, semis direct du riz, changement de culture, amélioration des canaux, recharge, mesure du pompage.

Aucune ne fonctionne durablement si le prix, le marché et la politique d'achat continuent à encourager le système le plus consommateur.

L'eau rend visible la différence entre optimisation de parcelle et optimisation territoriale. Le rendement maximal d'un hectare n'est pas nécessairement la meilleure utilisation du bassin. Une culture moins productive par hectare peut fournir davantage de valeur ou de nourriture par mètre cube d'eau.

La gouvernance doit donc articuler ferme, bassin et politique alimentaire. Le producteur ne peut être seul responsable d'une ressource dont les règles sont déterminées par des infrastructures et des subventions collectives.

16. Biodiversité et stabilité biologique

L'agriculture transforme nécessairement les écosystèmes. Le but n'est pas de faire d'un champ un espace sauvage. Mais la diversité des plantes, insectes, microorganismes, haies, prairies et habitats contribue à des fonctions dont l'agriculture dépend : pollinisation, structure du sol, contrôle biologique, cycles nutritifs et régulation de l'eau.

La spécialisation simplifie ces relations. Une grande surface d'une seule culture facilite la mécanisation et la standardisation, mais elle crée aussi un environnement uniforme dans lequel certains ravageurs ou maladies peuvent se propager rapidement. Les pesticides compensent une partie de ce risque, avec leurs propres coûts.

La diversité peut être réintroduite à plusieurs niveaux : rotation dans le temps, cultures associées dans l'espace, haies et bandes fleuries, mosaïque paysagère, diversité variétale. Chaque niveau produit des effets différents et peut aussi compliquer le travail.

Il faut éviter de promettre que la biodiversité remplacera partout les intrants. Certaines maladies nécessitent des traitements, certaines cultures sont difficiles à associer, certains paysages très spécialisés ont peu de marge. L'agroécologie est une ingénierie de relations, pas l'absence d'intervention.

Sa valeur politique est de déplacer une partie de la sécurité depuis l'achat d'un produit vers l'organisation du système. Cette substitution augmente parfois le besoin de connaissances et d'observation. Elle ne supprime donc pas le travail : elle en change la nature.

17. Changement climatique : l'agriculture comme victime, cause et solution partielle

L'agriculture dépend directement du climat et contribue en même temps aux émissions par les engrais, le méthane des ruminants, le riz, la consommation d'énergie et les changements d'usage des terres. Elle possède aussi des possibilités de stockage de carbone dans les sols et la biomasse, mais celles-ci sont limitées et réversibles.

Le GIEC documente déjà des effets du changement climatique sur les rendements de grandes cultures et sur l'eau. Les sécheresses, vagues de chaleur et pluies extrêmes augmentent l'importance de la résilience, de l'irrigation bien gouvernée, de la diversité variétale et de la santé des sols.

L'adaptation ne peut pas être séparée de l'atténuation. Une irrigation supplémentaire peut protéger le rendement mais augmenter la consommation d'énergie et épuiser la ressource. Une serre chauffée peut sécuriser une culture mais consommer beaucoup d'énergie. Une rotation plus diversifiée peut réduire certains risques mais demander davantage de matériel et de compétences.

La politique agricole doit donc évaluer des systèmes plutôt que des pratiques isolées. Une technique est bonne si elle améliore la fonction globale dans le contexte considéré, pas parce qu'elle appartient à une liste universelle de solutions.

Le changement climatique renforce enfin la nécessité de réserves : semences, eau, diversité de cultures, capacités de stockage et réseaux d'échange. L'autonomie alimentaire totale d'un territoire serait fragile face à un événement local extrême. La résilience demande aussi la coopération entre régions.

18. Agroécologie : intensifier le soin et la connaissance

L'agroécologie peut être définie de manière minimale comme l'application des principes écologiques à la conception et à la gestion des systèmes agricoles et alimentaires, avec une attention aux dimensions sociales et institutionnelles. Elle ne correspond pas à une technique unique.

Cette approche réhabilite certaines intuitions kropotkiniennes : intensification du savoir, associations de productions, proximité entre observation et décision, utilisation fine du milieu. Mais elle doit être débarrassée de toute nostalgie. Les systèmes contemporains peuvent utiliser capteurs, irrigation de précision, sélection moderne, mécanisation légère ou robotique lorsque ces outils renforcent les objectifs du système.

L'intensification du soin a un coût en travail. Observer les cultures, organiser plusieurs rotations, gérer des haies ou vendre une grande diversité de produits peut demander davantage d'heures qu'une monoculture très mécanisée. La transition n'est soutenable que si ce temps est rémunéré ou économisé ailleurs.

Les politiques peuvent réduire cette charge par des services partagés : conseil agronomique indépendant, coopératives de matériel, équipes de remplacement, outils de planification, plateformes logistiques et transformation collective. L'agroécologie ne doit pas reposer sur l'héroïsme individuel de producteurs travaillant soixante-dix heures par semaine.

La science joue un rôle central. Les associations de cultures, les rotations, les couverts, les dates de semis ou la gestion de l'eau doivent être mesurés. L'agroécologie devient moderne lorsqu'elle accepte autant l'expérimentation contrôlée que l'expérience du terrain.

19. Étude de cas : Bec Hellouin, la productivité d'une petite surface très soignée

La ferme du Bec Hellouin, en Normandie, a souvent été utilisée comme symbole du maraîchage permaculturel. Une étude conduite avec des chercheurs et l'Institut Sylva a cherché à

mesurer la performance économique d'une unité de maraîchage biologique très intensif en travail manuel.

INRAE décrit l'unité étudiée comme environ 1 000 m² de cultures particulièrement soignées, comprenant serres, agroforesterie de plein champ et jardin en mandala. Soixante-seize types de cultures y étaient réalisés au cours de l'étude. Les 1 000 m² n'étaient pas une ferme autonome : ils constituaient le cœur productif d'un ensemble beaucoup plus vaste d'environ vingt hectares comprenant bois, autres cultures et vergers.

Cette précision est essentielle. Présenter le chiffre de 1 000 m² comme preuve qu'une personne pourrait produire toute son alimentation ou nourrir une population urbaine serait faux. L'expérience mesure une activité maraîchère diversifiée destinée à la vente, bénéficiant d'infrastructures, de surfaces périphériques et d'un contexte commercial spécifique.

Le cas reste proche de l'intuition de Kropotkine : une petite surface peut produire une forte valeur lorsqu'on y concentre observation, diversité et travail. Il montre également la limite de cette comparaison : le rendement économique par surface peut être élevé tandis que la productivité du travail reste un enjeu central.

Le Bec Hellouin ne remplace donc pas les grandes cultures céréalières. Il représente un maillon : le maraîchage frais et diversifié près des lieux de consommation. Une politique alimentaire doit combiner plusieurs systèmes selon les produits, les sols et les marchés.

20. Étude de cas : quarante ans de Farming Systems Trial

Le Farming Systems Trial du Rodale Institute, lancé en 1981 en Pennsylvanie, constitue l'une des comparaisons de longue durée les plus connues entre systèmes céréaliers biologiques et conventionnels. L'essai compare notamment un système conventionnel fondé sur des intrants chimiques, un système biologique utilisant les légumineuses et un système biologique utilisant le fumier.

La valeur de l'expérience vient d'abord de sa durée. Les premières années de conversion montrent précisément un coût de transition : les rendements biologiques peuvent diminuer avant que la fertilité et l'organisation du système se stabilisent. Une comparaison prise seulement pendant cette période pourrait conclure à l'échec.

Sur plusieurs décennies, l'institut rapporte des rendements moyens de maïs et soja comparables entre systèmes après transition, avec une meilleure performance du maïs biologique lors de certaines années de sécheresse. Les systèmes biologiques ont également accumulé davantage de matière organique et montré une infiltration de l'eau supérieure dans les mesures récentes.

Ces résultats ne prouvent pas que l'agriculture biologique surpasse toute agriculture conventionnelle dans tous les climats et toutes les cultures. L'essai porte sur des rotations, sols et pratiques précis. Son apport est méthodologique : il montre que la fertilité, la résilience et la rentabilité doivent être observées sur un temps long.

L'agriculture industrielle tend à privilégier des comparaisons annuelles parce que le marché et la comptabilité fonctionnent ainsi. Le sol oblige à introduire une autre temporalité. Un système peut être moins performant pendant trois ans et meilleur ensuite ; une économie de court terme peut être une perte de long terme.

21. Objection : seule l'agriculture industrielle peut nourrir la population mondiale

L'objection doit être reformulée. La population mondiale a besoin de volumes alimentaires considérables, et les gains de rendement du XXe siècle ont été indispensables. Toute transition qui ferait chuter brutalement les rendements de céréales dans les grandes régions productrices sans réduire les pertes, modifier les régimes alimentaires ou construire d'autres capacités créerait un risque réel.

Mais « agriculture industrielle » agrège trop de dimensions. Faut-il des variétés améliorées ? souvent oui. De la mécanisation ?

oui dans de nombreux cas. Des engrais ? probablement encore, avec des quantités et formes différentes. Des monocultures permanentes, une concentration foncière, des machines irréparables ou des nappes surexploitées ? rien ne montre qu'ils soient des conditions biologiques de la production.

Les expériences de longue durée montrent que certaines rotations biologiques peuvent maintenir des rendements élevés après transition. Le Punjab montre inversement qu'un système intensif peut atteindre une limite lorsqu'il dégrade ses ressources. La comparaison ne porte donc pas sur une opposition simple entre haut et bas rendement.

Nourrir le monde demande aussi de considérer l'usage des productions, les pertes, le gaspillage, l'alimentation animale et les inégalités d'accès. Une tonne produite n'est pas équivalente à une tonne effectivement disponible pour nourrir des personnes.

La stratégie raisonnable consiste à préserver les gains agronomiques qui augmentent réellement la production, tout en supprimant progressivement les dépendances qui rendent cette production non renouvelable. L'objectif est une haute productivité durable, pas une baisse de rendement érigée en vertu.

22. Objection : les systèmes agroécologiques demandent trop de travail

L'objection est souvent vraie à court terme. Désherbage mécanique, cultures diversifiées, récoltes multiples, haies, transformation et vente directe peuvent exiger plus de travail humain. Dans des sociétés où le coût du travail est élevé et où les agriculteurs sont déjà surchargés, ignorer ce fait condamnerait la transition.

Mais il faut comparer la qualité et la répartition du travail. Une partie du travail supprimé à la ferme est transférée vers les fabricants d'intrants, la logistique, la maintenance ou le traitement de dommages. Une ferme simplifiée peut aussi exiger davantage d'heures de conduite ou d'administration.

La technologie peut réduire le travail agroécologique : semoirs adaptés aux couverts, désherbage robotique, outils de précision,

plateformes de planification, petits équipements motorisés, irrigation automatisée. Le problème n'est pas la machine mais son intégration à un système où le producteur conserve une capacité de maintenance et de choix.

La coopération est un autre levier. CUMA, coopératives de matériel, ateliers partagés, services de remplacement et équipes de transformation permettent de ne pas multiplier chaque compétence dans chaque ferme.

Enfin, une société doit décider combien de travail elle veut consacrer à l'alimentation. Réduire au minimum absolu la main-d'œuvre agricole n'est pas un objectif politique en soi. Un peu plus de travail qualifié peut être justifié s'il améliore le sol, l'emploi rural et la résilience, à condition que ce travail soit correctement payé et que la pénibilité soit réduite.

23. Objection : le numérique résoudra les limites sans transformation foncière

L'agriculture numérique peut réduire certains intrants, améliorer l'irrigation, détecter une maladie ou automatiser un désherbage. Mais elle ne modifie pas automatiquement le régime de propriété. Un outil d'optimisation peut rendre une grande monoculture plus efficace tout en renforçant la concentration si son capital d'entrée est élevé ; il peut aussi aider une petite exploitation à économiser de l'eau.

Les problèmes fonciers restent d'une autre nature : un jeune agriculteur ne peut pas télécharger un hectare, et une personne sans droit sécurisé sur la terre n'obtient pas ce droit par l'analyse satellitaire. Le numérique est utile lorsqu'il augmente l'information et la capacité de décision — cadastres transparents, diagnostics de sols, services de conseil ouverts — mais il ne remplace pas la réforme des règles qui distribuent le sol, le crédit et le pouvoir.

24. Objection : relocaliser l'alimentation serait coûteux et socialement régressif

Une relocalisation intégrale serait coûteuse et parfois absurde. Cultiver sous serre chauffée un produit mieux adapté à un autre climat peut consommer davantage de ressources que l'importer. Certaines régions produisent efficacement des céréales, fruits ou huiles dont d'autres ont besoin. Les échanges protègent aussi contre les mauvaises récoltes locales.

La relocalisation pertinente concerne donc des capacités, pas un pourcentage uniforme. Maraîchage frais, transformation, stockage, restauration collective, semences, maintenance et une partie des cultures peuvent être rapprochés lorsque cela améliore résilience et qualité. Les produits nécessitant un autre climat continuent à circuler.

Le risque social vient du prix. Les circuits courts, le biologique ou l'artisanat peuvent devenir des marchés réservés aux ménages aisés. Une politique alimentaire doit agir sur la restauration collective, la sécurité sociale, le revenu, le gaspillage, la logistique et les marges afin que l'amélioration ne soit pas payée uniquement par le consommateur final.

La commande publique peut garantir des volumes et permettre aux producteurs d'investir. Des cuisines collectives peuvent transformer des produits bruts. Des aides ciblées peuvent protéger les ménages. La relocalisation devient régressive lorsqu'elle est réduite à une consommation premium ; elle peut être redistributive lorsqu'elle organise un service.

La sécurité alimentaire du XXI^e siècle sera donc fédérée : des bassins capables de produire et transformer davantage, reliés à des réseaux nationaux et internationaux qui assurent diversité, secours et produits non locaux.

25. Fédérations alimentaires : sécurité sans autarcie

Une alimentation résiliente doit combiner plusieurs échelles. La ferme produit ; le bassin organise certaines transformations, stocks et débouchés ; la région relie plusieurs bassins ; l'État

garantit normes, sécurité, redistribution et réserves ; les échanges internationaux fournissent diversité et assurance contre certains chocs.

Le terme fédération est utile parce qu'il évite deux extrêmes. Le premier est l'autarcie territoriale : chaque région devrait se suffire à elle-même. Le second est le marché mondial comme unique mécanisme : chaque territoire produit seulement ce dans quoi il possède un avantage immédiat et importe le reste.

Une fédération alimentaire maintient des capacités minimales dans plusieurs régions même lorsqu'elles ne sont pas les moins chères. Elle accepte de payer une part de redondance comme assurance. Elle organise également des secours lorsque la sécheresse ou une maladie frappe une zone.

Les contrats de restauration collective, les coopératives de transformation, les réserves céréalières et les accords interterritoriaux peuvent former les briques de ce réseau. Les données de production et de stocks doivent circuler suffisamment pour anticiper les tensions sans créer un système de contrôle central de chaque ferme.

Cette architecture reprend le principe du chapitre 2 : transformer les dépendances invisibles en interdépendances gouvernées. L'agriculture n'est pas autonome lorsqu'elle produit tout ; elle l'est davantage lorsque les producteurs et les territoires peuvent comprendre et négocier les relations dont leur production dépend.

26. Bilan : retrouver le sol sans renoncer à la science

Le XXe siècle a démontré qu'une agriculture scientifique peut produire beaucoup plus qu'une agriculture enfermée dans les connaissances et moyens du passé. Il serait absurde de transformer cette réussite en faute. La sélection, la mécanisation, l'irrigation, la fertilisation et la protection des cultures resteront des outils essentiels.

Mais ces outils ont été intégrés à des systèmes qui ont parfois confondu rendement annuel et capacité durable. Le Punjab

montre un système productif devenu dépendant d'une eau souterraine surexploitée. Les marchés de semences et les machines numériques montrent comment l'innovation peut se concentrer dans quelques entreprises. La situation foncière rappelle que l'accès au sol reste profondément inégal, notamment pour les femmes et pour de nouveaux entrants.

Les cas du Bec Hellouin et du Farming Systems Trial montrent une autre intensification : beaucoup de connaissance sur une surface, rotations, matière organique, observation et comparaison de longue durée. Ils ne constituent pas une recette universelle et ne remplacent pas les grandes cultures. Ils prouvent que la modernité agricole ne se réduit pas à davantage d'intrants par hectare.

Le sol doit redevenir l'unité temporelle du raisonnement. Une récolte est annuelle ; une fertilité se construit sur des décennies. L'agriculture durable doit donc accepter des indicateurs qui suivent la matière organique, l'eau, les droits fonciers, la diversité, la dette, la réparabilité et les conditions de travail à côté du rendement.

La question de Kropotkine peut alors être conservée en la rendant plus exigeante : combien une terre peut-elle produire lorsque la science et le soin y sont appliqués ? Et nous devons lui ajouter : combien peut-elle produire sans que l'eau, le sol, les travailleurs et les producteurs futurs paient silencieusement la récolte présente ?

Le chapitre suivant quittera la parcelle pour suivre les marchandises. Car l'agriculture industrielle n'existe pas seulement dans les champs : elle dépend de silos, ports, camions, conteneurs, entrepôts, chaînes du froid et marchés qui rendent possible la spécialisation territoriale. De la terre à la logistique, la même question demeure : qui contrôle les flux dont la production dépend ?

Approfondissements

A. L'engrais n'est ni miracle ni poison

L'azote minéral a permis des gains majeurs de rendement. La question soutenable n'est pas de l'interdire en bloc, mais de réduire les pertes et les doses inutiles, d'améliorer le synchronisme entre apport et besoin de la plante, d'intégrer les légumineuses et les matières organiques lorsque cela fonctionne, et de décarboner sa production. Une agriculture sans engrais de synthèse partout serait aussi dogmatique qu'une agriculture où le sol n'est qu'un réservoir à corriger par engrais.

B. La grande ferme n'est pas nécessairement industrielle

Une grande exploitation peut intégrer rotations, haies, salariés qualifiés et infrastructures écologiques ; une petite peut épuiser son sol sous la pression du revenu. La taille reste néanmoins politique parce qu'elle modifie le capital nécessaire, le marché foncier, la présence humaine et le pouvoir de négociation. L'évaluation doit donc regarder simultanément taille, propriété, système de culture et gouvernance.

C. La diversité doit être fonctionnelle

Ajouter des espèces ne garantit pas une meilleure agriculture. Une culture associée peut compliquer la récolte sans produire de bénéfice net. La diversité utile répond à une fonction : couverture du sol, fixation d'azote, rupture de cycle parasitaire, revenu complémentaire, ombrage, alimentation animale ou pollinisation. L'agroécologie devient rigoureuse lorsqu'elle peut expliquer pourquoi chaque relation est introduite.

D. Les données de longue durée sont un bien commun agronomique

Les essais agronomiques de vingt ou quarante ans possèdent une valeur disproportionnée parce qu'ils révèlent des phénomènes invisibles sur trois saisons : accumulation de matière

organique, évolution des rendements, maladies, stocks de nutriments. Les stations expérimentales et leurs archives devraient être considérées comme une infrastructure scientifique à préserver et ouvrir autant que possible.

E. La transition doit rémunérer la période improductive

Une rotation, une plantation de haie, une conversion biologique ou une restauration de sol peut demander plusieurs années avant de produire son plein bénéfice. Si le producteur doit supporter seul cette période, les pratiques de long terme seront structurellement désavantagées. Les aides publiques, contrats de filière et crédits patients doivent donc financer le temps de transition, pas seulement récompenser l'état final.

Notes et références du chapitre 3

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, édition révisée, 1912, notamment les chapitres consacrés aux possibilités de l'agriculture intensive, au maraîchage et à la combinaison de l'agriculture et de l'industrie.
2. Punjab Agricultural University, *A Saga of Progress*, compendium historique. L'université attribue à la période de la révolution verte une forte hausse des rendements et de la production de blé et de riz au Punjab.
3. Banque mondiale, *Revitalizing Punjab's Agriculture*, rapport sur les transformations de l'agriculture du Punjab. Le document rappelle la croissance rapide de la productivité et des revenus pendant les premières décennies de la révolution verte, puis les difficultés de soutenabilité et de croissance apparues ensuite.
4. Indian Council of Agricultural Research, page « Punjab », consultée en 2026. L'ICAR décrit environ 4,2 millions d'hectares cultivés, environ 96 % irrigués et de fortes tensions sur le système riz-blé, le carbone organique et les eaux souterraines.
5. Central Ground Water Board, *Ground Water Resources of Punjab – 2024*. Le rapport indique une extraction annuelle d'environ 27,66 milliards de m³ pour une ressource annuelle extractible estimée à environ 17,63 milliards de m³ et classe une large part des unités comme surexploitées.
6. Central Ground Water Board, *Ground Water Quality in Shallow Aquifer of Punjab 2025*. Le rapport relie notamment une partie de la contamination nitratée à l'usage intensif d'engrais et à la gestion de l'irrigation dans les systèmes agricoles du Punjab.

7. FAO India, « FAO Brings Stakeholders Together to Advance Sustainable Rice–Wheat Systems in Northern India », 17 juillet 2025. La FAO décrit le Punjab et l'Haryana comme essentiels à la sécurité alimentaire indienne mais soumis à l'épuisement des eaux souterraines, la dégradation des sols, le brûlage des résidus et les risques climatiques.
8. FAO India, « FAO highlights DSR for sustainable rice cultivation in Punjab », 17 avril 2026. Référence pour les discussions contemporaines sur le semis direct du riz, la conservation de l'eau et la transformation du système riz-blé.
9. Bhandari, A.L., Ladha, J.K., Pathak, H., Padre, A.T., Dawe, D. & Gupta, R.K., « Yield and Soil Nutrient Changes in a Long-Term Rice-Wheat Rotation in India », *Soil Science Society of America Journal*, 2002. Essai de quatorze ans au Punjab sur l'évolution des rendements et nutriments.
10. Aulakh, M.S., Khera, T.S., Doran, J.W. et al., « Yields and nitrogen dynamics in a rice-wheat system using green manure and inorganic fertilizer », travaux agronomiques au Punjab, référencés par AGRIS-FAO.
11. FAO, *The State of Food and Agriculture 2025 – Addressing land degradation across landholding scales*. Le rapport examine les effets de la dégradation anthropique des terres sur les rendements, les exploitations et les populations vulnérables.
12. FAO, communication du 13 novembre 2025 sur SOFA 2025. La FAO estime qu'environ 1,7 milliard de personnes vivent dans des zones où les rendements agricoles sont réduits d'au moins 10 % par la dégradation des terres d'origine anthropique.
13. Lowder, S., Arslan, A., Cabrera Cevallos, C.E., O'Neill, M. & De La O Campos, A.P., *A global update on the number of farms, farm size and farmland distribution*, FAO Agricultural Development Economics Working Paper, 2025.
14. Lowder, S.K., Sánchez, M.V. & Bertini, R., « Farms, family farms, farmland distribution and farm labour: What do we know today? », FAO, 2021. Le travail distingue explicitement fermes familiales et petites exploitations et estime que les fermes de moins de deux hectares sont très nombreuses mais exploitent une faible part des terres agricoles mondiales.
15. FAO, indicateur ODD 5.a.1 sur la propriété et les droits sécurisés des femmes sur les terres agricoles, données consultées en 2026. Les données disponibles pour 78 pays montrent des écarts persistants entre femmes et hommes.
16. FAO, indicateur ODD 5.a.2 sur l'égalité juridique des droits fonciers des femmes. Référence pour distinguer droit formel et accès effectivement sécurisé.
17. Prefeitura Municipal de Pontão, « História do município », consultée en 2026. La municipalité retrace l'expropriation partielle de la Fazenda Annoni, l'occupation d'octobre 1985 par environ 1 500 familles et le processus d'installation qui suivit.
18. Município de Pontão, Lei Municipal n° 1461, 24 octobre 2025, créant le Distrito da Reforma Agrária sur le périmètre de l'ancienne Fazenda Annoni.

19. Museu da República / IBRAM, fonds Roberto Cerqueira, dossiers « Fazenda Annoni » et « Fazenda Annoni após o assentamento dos Sem-Terra ». Les archives photographiques documentent campement, école, laiterie, coopérative, centre de technologies alternatives et infrastructures après installation.
20. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, MacDonald, J.M., Dong, X. & Fuglie, K., Concentration and Competition in U.S. Agribusiness, EIB-256, 2023.
21. USDA Economic Research Service, Fuglie, K. & MacDonald, J.M., « Expanded Intellectual Property Protections for Crop Seeds Increase Innovation and Market Power for Companies », 28 août 2023. Deux entreprises représentaient 72 % des superficies de maïs et 66 % des superficies de soja plantées avec leurs semences en 2018-2020 aux États-Unis.
22. Federal Trade Commission, FTC v. Deere & Company, procédure engagée en janvier 2025 et accord proposé en juillet 2026. Le dossier porte sur l'accès des agriculteurs et réparateurs indépendants aux outils logiciels nécessaires à certaines réparations.
23. Federal Trade Commission, « FTC, States Secure Settlement with Deere & Company, Advancing Farmers' Right to Repair », 8 juillet 2026. L'accord proposé prévoit pendant dix ans un accès à des ressources de réparation comparables à celles des concessionnaires autorisés.
24. INRAE, « Ferme du Bec Hellouin : la beauté rend productif », 2016, présentant l'étude « Maraîchage biologique permaculturel et performance économique ». L'unité étudiée de 1 000 m² constitue un cœur productif intensif et non une ferme autonome.
25. Guégan, S. et al. / Ferme du Bec Hellouin / Institut Sylva, Maraîchage biologique permaculturel et performance économique, rapport final, 30 novembre 2015.
26. Rodale Institute, Farming Systems Trial, essai lancé en 1981 et toujours conduit en 2026. Il compare des systèmes céréaliers biologiques fondés sur légumineuses ou fumier à un système conventionnel.
27. Rodale Institute, Farming Systems Trial 40-Year Report et synthèses associées. Les résultats rapportés montrent des rendements comparables après la période de transition, une meilleure performance du maïs biologique lors de certaines sécheresses et des différences de santé des sols.
28. Wander, M.M., Traina, S.J., Stinner, B.R. & Peters, S.E., « Organic and Conventional Management Effects on Biologically Active Soil Organic Matter Pools », Soil Science Society of America Journal, 1994. Étude sur les premières années du Farming Systems Trial.
29. GIEC, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, notamment le chapitre 4 sur l'eau et les passages consacrés aux effets des modifications des précipitations, sécheresses et inondations sur les rendements agricoles.

30. GIEC, Climate Change and Land, 2019, et AR6 WGII/WGIII, pour les relations entre agriculture, usages des terres, adaptation, sécurité alimentaire, émissions et séquestration.
31. FAO, principes et travaux sur l'agroécologie. Le chapitre utilise l'agroécologie comme cadre de conception de systèmes et non comme synonyme d'une certification ou d'une technique particulière.
32. FAO, Fertilizer use by crop in India, étude du système riz-blé indogangétique. Référence historique pour les niveaux d'intrants et de rendement dans les zones riz-blé, dont le Punjab.
33. Amarasinghe, U.A., Sharma, B.R. & Smakhtin, V., « Agriculture diversification for sustainable groundwater use: a case study in the Moga District of Punjab, India », étude référencée par AGRIS-FAO. Le cas met en évidence la forte consommation d'eau souterraine du riz et les enjeux de diversification.
34. Joshi, K., Joshi, P.K., Khan, M.T. & Kishore, A., « Sticky Rice: Variety inertia and groundwater crisis in a technologically progressive state of India », travaux sur le Punjab. L'étude documente le maintien d'une variété de riz plus longue et plus consommatrice d'eau malgré des alternatives plus courtes.
35. FAO, International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, pour les mécanismes internationaux relatifs aux ressources phytogénétiques, à la conservation, à l'accès et aux droits des agriculteurs.
36. Elinor Ostrom, Governing the Commons, Cambridge University Press, 1990. Référence pour l'importance des droits d'usage, des règles et de la gouvernance collective des ressources ; elle n'est pas utilisée pour supposer qu'un modèle unique de commun foncier conviendrait à tous les contextes.
37. Ministère français de l'Agriculture et recensements agricoles, références utilisées pour la problématique du renouvellement des générations et de la transmission des exploitations dans les pays industrialisés ; la phase bibliographique finale vérifiera les chiffres retenus à l'échelle nationale si l'édition les utilise.
38. Organisation internationale du Travail et FAO, travaux sur le travail agricole, le travail saisonnier et les conditions d'emploi dans les systèmes agroalimentaires. Références de contexte pour distinguer nombre d'emplois, qualité du travail et travail familial non rémunéré.

DEUXIÈME PARTIE

Les nouvelles usines

DE LA CHAÎNE DE MONTAGE À LA CHAÎNE LOGISTIQUE

*La circulation n'est pas l'après de la production : elle en est
devenue l'architecture.*

Ouverture — Quand une pièce arrête le monde

Une usine automobile peut disposer de bâtiments, de presses, de robots, d'ouvriers, de commandes et de capitaux, et pourtant s'arrêter faute d'un composant plus petit qu'une pièce de monnaie. La pénurie mondiale de semi-conducteurs de 2020-2022 a rendu cette évidence visible à des millions de personnes : la capacité productive d'un établissement n'est pas seulement ce qui se trouve dans ses murs. Elle dépend d'une chaîne de fournisseurs, de sous-fournisseurs, de capacités de transport, de délais, de stocks et d'informations qui peuvent se situer à des milliers de kilomètres.

Le département américain du Commerce, après avoir interrogé plus de cent cinquante entreprises de la filière des semi-conducteurs, constatait en janvier 2022 que l'inventaire médian de certains composants chez les acheteurs était passé d'environ quarante jours en 2019 à moins de cinq jours en 2021. Cette donnée n'explique pas à elle seule la crise : la demande avait augmenté, les capacités de fabrication étaient très utilisées, certains nœuds technologiques étaient concentrés et les délais d'augmentation de capacité étaient longs. Elle montre cependant ce que signifie une économie tendue. Lorsque plusieurs semaines de marge deviennent quelques jours, un choc local peut devenir une interruption industrielle à l'autre bout du monde.

Kropotkine analysait la grande usine comme une concentration de machines, de travailleurs, de savoirs et de pouvoir. Le XXe siècle a ajouté une autre forme : l'usine étendue. Ses opérations sont dispersées, mais elles sont synchronisées par la logistique. La chaîne de montage alignait des gestes dans un bâtiment ; la chaîne logistique aligne désormais des entreprises, des ports, des entrepôts, des systèmes d'information et des territoires. La

question politique n'est donc plus seulement : qui possède l'usine ? Elle devient aussi : qui maîtrise le temps, l'information, les stocks, les interfaces et les possibilités de substitution qui permettent au réseau de fonctionner ?

1. De la chaîne dans l'usine à la chaîne entre les usines

La chaîne de montage fordienne a souvent servi de symbole à l'industrie du XXe siècle. Elle réunissait matériellement des opérations successives et faisait circuler le produit devant les travailleurs. Sa puissance venait de la synchronisation : chaque poste devait accomplir sa tâche dans un temps compatible avec le rythme de l'ensemble. Les gains de productivité étaient considérables, mais la coordination produisait aussi une dépendance nouvelle. Un défaut ou un retard pouvait se propager le long de la ligne ; la direction disposait d'un pouvoir croissant sur la cadence et la division des tâches.

À mesure que la production s'est fragmentée entre établissements spécialisés, le même problème de synchronisation a quitté l'enceinte de l'usine. Une entreprise qui ne fabrique plus elle-même ses sièges, ses calculateurs, ses batteries, ses boîtes de vitesse ou ses faisceaux électriques doit coordonner une succession de partenaires. Le camion, le terminal ferroviaire, le navire et l'entrepôt deviennent alors des éléments du processus productif au même titre que la machine-outil. Un retard de transport est un retard de fabrication. Une information erronée sur la demande peut produire un surplus dans un endroit et un manque ailleurs.

Il faut ici distinguer trois notions souvent confondues. La logistique organise le mouvement et le stockage des biens ainsi que les informations nécessaires à ce mouvement. La chaîne d'approvisionnement désigne plus largement l'ensemble des relations par lesquelles une organisation obtient les matières, composants et services dont elle dépend. La chaîne de valeur ajoute la question des étapes où se forment les coûts, les revenus, les connaissances et les marges. Ces trois dimensions se

recouvrent, mais elles ne sont pas identiques. Une entreprise peut ne pas posséder un port ni un camion et néanmoins gouverner une partie de la chaîne en imposant des délais, des formats, des niveaux de stock ou des exigences de traçabilité.

Le passage de la chaîne de montage à la chaîne logistique ne supprime donc pas le commandement : il change ses instruments. Le pouvoir peut s'exercer moins par un contremaître présent physiquement que par un calendrier de livraison, une pénalité, un logiciel de prévision ou un standard d'emballage. Les entreprises juridiquement autonomes restent libres en théorie, mais leur marge réelle dépend du nombre de clients qu'elles peuvent perdre, du temps nécessaire pour en trouver d'autres et de la possibilité matérielle de réorienter leurs capacités.

Cette distinction évite un contresens fréquent sur la décentralisation. Une production géographiquement dispersée peut être extrêmement centralisée dans ses décisions. Inversement, une infrastructure très concentrée — un grand port ou une ligne ferroviaire — peut être gouvernée selon des règles ouvertes, transparentes et partagées. La géographie ne suffit pas à définir le pouvoir. Il faut regarder qui décide des flux, qui supporte les interruptions et qui peut modifier les règles lorsque le système devient fragile.

2. Toyota : réduire le stock pour rendre les problèmes visibles

Le juste-à-temps est souvent réduit à une formule comptable : conserver le moins de stock possible. L'histoire du système Toyota montre une conception plus riche. Les archives de l'entreprise font remonter l'idée à Kiichiro Toyoda lors de la mise en route de l'usine de Koromo à la fin des années 1930 : produire ce qui est nécessaire, au moment où cela est nécessaire et dans la quantité nécessaire. La réalisation complète de ce principe fut progressive. Toyota indique que la méthode dite du « supermarché », dans laquelle le processus aval vient prélever ce dont il a besoin auprès du processus amont, fut proposée dans les années 1950 ; le kanban

devint ensuite l'un des instruments permettant de transmettre les informations de quantité et de rythme.

Le point décisif n'est pas seulement la baisse des stocks. Un stock important peut masquer un défaut : si un poste reçoit des pièces défectueuses mais dispose de jours de réserve, la ligne continue et le problème peut rester invisible. En réduisant les marges et en organisant un flux tiré par la demande réelle du processus suivant, le système cherche au contraire à faire apparaître rapidement les défauts, les attentes et les surproductions. Le juste-à-temps est donc indissociable, dans son modèle d'origine, d'un travail d'amélioration, de qualité et de coordination.

Cette précision est importante parce qu'une imitation partielle peut produire l'effet inverse. Une entreprise peut retenir du système uniquement l'idée de réduire les immobilisations financières et demander à ses fournisseurs de livrer plus souvent, plus vite et avec moins de stock, sans leur donner la visibilité, la stabilité des relations ou les moyens de corriger les problèmes. Le risque ne disparaît pas : il change de lieu. Le fournisseur conserve des réserves pour satisfaire le donneur d'ordre, le transporteur absorbe les variations, les chauffeurs attendent dans des créneaux serrés, ou les salariés compensent les imprévus par une accélération du travail.

Toyota elle-même décrit l'expansion de sa logistique de pièces au fur et à mesure que les usines se sont multipliées au Japon et à l'étranger. Le principe « seulement ce qui est nécessaire, quand c'est nécessaire, dans la quantité nécessaire » devient alors un problème de réseau. Il ne suffit plus de synchroniser deux ateliers voisins ; il faut intégrer des fournisseurs distants, des horaires de transport et des informations de commande. L'entreprise a progressivement introduit des systèmes électroniques de kanban et d'autres outils de coordination à mesure que la mondialisation de sa production augmentait les distances.

Le juste-à-temps ne doit donc pas être condamné comme la cause unique des ruptures. Une chaîne peut être fragile avec des stocks élevés si elle dépend d'un fournisseur unique

irremplaçable. Elle peut être robuste avec des stocks faibles si elle possède de bons délais de réaction, plusieurs sources, une information partagée et des capacités de substitution. La question politique est plus précise : qui choisit le niveau de marge, sur quelle information, et qui paie lorsque l'optimisation cesse de fonctionner ?

Cette question rejoint directement Kropotkine. Une technique de coordination peut augmenter la capacité collective ou devenir un moyen de transférer les risques vers ceux qui ont le moins de pouvoir de négociation. Le même outil n'a pas le même sens institutionnel selon qu'il est conçu avec les travailleurs et les fournisseurs, ou imposé par un centre qui conserve le bénéfice de l'économie réalisée tout en externalisant le coût des interruptions.

3. Le conteneur et la standardisation du monde matériel

La révolution logistique du second XXe siècle ne tient pas seulement à des entreprises plus grandes ou à des ordinateurs plus rapides. Elle repose sur un objet d'une banalité remarquable : une boîte métallique standardisée. Avant la conteneurisation moderne, une grande partie des marchandises devait être manipulée sous forme de colis séparés entre le camion, le quai, le navire et parfois le rail. Chaque rupture de charge exigeait du temps, de la main-d'œuvre, de l'espace et créait des occasions de dommage ou de vol.

L'expérience de Malcom McLean est devenue emblématique. En avril 1956, l'Ideal X quitta Newark pour Houston avec cinquante-huit conteneurs métalliques. Le principe n'était pas d'inventer la boîte elle-même — des formes de conteneurs existaient auparavant — mais de construire un système intermodal dans lequel la même unité de chargement pouvait passer d'un mode de transport à l'autre sans que son contenu soit constamment remanutentionné.

Le gain ne devient véritablement systémique que lorsque les interfaces se standardisent. L'ISO créa en 1961 son comité technique consacré aux conteneurs de fret et publia à partir de la

fin des années 1960 des normes internationales sur leurs dimensions, leur classification et leurs dispositifs de manutention. La standardisation permet aux grues, navires, wagons, châssis routiers et terminaux d'investir autour d'un vocabulaire matériel commun.

Il est difficile d'exagérer la portée de ce changement. Un standard n'est pas seulement une mesure technique. Il définit les objets qui peuvent circuler facilement dans le réseau. Lorsque les ports, les compagnies maritimes et les transporteurs se coordonnent autour d'une même unité, les producteurs éloignés accèdent plus facilement à des marchés lointains. Les coûts de manutention diminuent, les temps de chargement se réduisent, et certaines chaînes internationales deviennent économiquement possibles.

Il faut reconnaître ces gains avant d'en analyser les conséquences. La conteneurisation a soutenu une augmentation massive du commerce, rendu accessibles de nombreux biens et facilité l'industrialisation exportatrice de plusieurs pays. Une critique qui traiterait cette infrastructure comme un simple instrument de domination manquerait une partie de la réalité.

Mais le standard crée également de nouvelles concentrations. Les navires grossissent, les terminaux exigent des équipements lourds, les accès ferroviaires et routiers doivent absorber des volumes élevés. Certaines lignes et certains ports deviennent des nœuds dont la défaillance se propage très loin. La standardisation rend les opérations plus interchangeables, mais elle peut aussi concentrer la décision chez les acteurs capables de financer les infrastructures, de réserver les capacités et de contrôler les systèmes d'information.

Le conteneur illustre ainsi une ambiguïté centrale de la technique. Il peut ouvrir le réseau à davantage de producteurs tout en renforçant les acteurs qui contrôlent ses goulets d'étranglement. Il peut réduire le travail de manutention le plus pénible tout en déplacer les emplois vers des terminaux, des entrepôts et des corridors soumis à de nouvelles cadences. Il ne faut donc ni le célébrer comme une simple victoire de l'efficacité,

ni le condamner comme une cause autonome de mondialisation. Son sens politique dépend de la manière dont l'infrastructure commune est gouvernée.

4. Le port comme usine de circulation

Un grand port de conteneurs ne fabrique presque rien des marchandises qu'il voit passer. Il produit cependant quelque chose d'essentiel : de la continuité. Il coordonne l'arrivée des navires, l'affectation des quais, les grues, les contrôles, le stockage temporaire, les trains, les camions, les conteneurs vides, les douanes et les rendez-vous terrestres. Sa fonction rappelle celle d'une usine, mais son produit est le flux lui-même.

Le Port de Los Angeles donne une mesure de cette matérialité. En 2021, au plus fort de la perturbation liée à la pandémie, il se dirigeait vers environ 10,7 millions d'EVP sur l'année, un record historique pour le port. En 2024, il a traité un peu plus de 10,29 millions d'EVP, puis environ 10,24 millions en 2025. Ces chiffres ne disent pas, à eux seuls, si le système est bien gouverné. Ils donnent cependant l'échelle du problème : des millions d'unités standardisées doivent être coordonnées avec des installations terrestres dont la capacité ne peut pas augmenter instantanément.

La congestion de 2020-2022 a rendu visibles les dépendances entre mer et terre. Un navire retardé modifie les horaires des terminaux ; un terminal saturé immobilise des conteneurs ; l'absence de châssis ou de chauffeurs empêche les sorties ; des entrepôts pleins ralentissent les retours ; les conteneurs vides occupent de l'espace ; les navires attendent davantage. Il serait trop simple d'attribuer toute la crise à un manque de capacité portuaire. La perturbation résultait d'une combinaison : changement brutal de la demande, déséquilibre entre importations et exportations, capacités terrestres contraintes, conteneurs mal répartis, horaires et informations difficiles à coordonner.

La leçon politique est précisément là : un goulet d'étranglement est souvent relationnel. Chaque acteur peut optimiser son propre indicateur et contribuer malgré lui à la saturation de l'ensemble.

Le terminal veut augmenter son débit, l'importateur veut recevoir rapidement, le transporteur veut limiter les temps d'attente, l'entrepôt veut lisser ses arrivées. Si aucun système commun ne permet de partager suffisamment d'information et de coordonner les priorités, les optimisations locales se heurtent.

Le port produit aussi des externalités territoriales. Le bénéfice des marchandises peut être national ou international, tandis que le bruit, la congestion routière, la pollution et l'emprise foncière se concentrent autour des corridors. Une politique logistique démocratique doit donc reconnaître les territoires d'accueil comme des parties prenantes, et pas comme de simples surfaces disponibles pour le commerce.

Cela ne signifie pas que chaque décision d'un grand port pourrait être prise par assemblée locale. La navigation maritime, la sécurité, les normes douanières et les investissements lourds exigent des coordinations à grande échelle. Mais la taille n'impose pas l'opacité. Les règles d'accès, les données de trafic, les investissements, les normes environnementales et les choix d'automatisation peuvent être soumis à des obligations de transparence et à des institutions où les travailleurs, les collectivités et les utilisateurs disposent d'une voix réelle.

5. L'entrepôt n'est plus un lieu d'attente

L'image classique de l'entrepôt est celle d'un stock immobile. Dans la logistique contemporaine, l'entrepôt tend au contraire à devenir une machine de circulation. Les marchandises y restent le moins longtemps possible ; elles sont identifiées, déplacées, triées, regroupées et expédiées selon des informations qui changent en continu. Le bâtiment est moins un réservoir qu'un processeur matériel.

Cette transformation rend visible le rôle du travail humain. Préparateurs de commande, caristes, manutentionnaires, chauffeurs, techniciens de maintenance, planificateurs et agents de quai assurent la continuité du flux. La numérisation peut réduire certaines tâches inutiles : un terminal indique le bon emplacement, un système évite un trajet, un robot déplace une

charge lourde, une planification correcte limite l'attente. Elle peut aussi intensifier la surveillance et transformer chaque geste en donnée de performance.

L'Organisation internationale du travail définit la gestion algorithmique comme l'usage de systèmes qui exploitent des données pour organiser, assigner, surveiller, superviser et évaluer le travail. Ses recherches sur la logistique montrent une réalité contrastée : les outils numériques peuvent simplifier les processus et améliorer l'efficacité, mais ils peuvent également dégrader la qualité du travail et accroître la surveillance selon la manière dont ils sont conçus et régulés.

Le cas Amazon est particulièrement visible parce que la taille de l'entreprise et la précision de ses systèmes ont attiré l'attention des chercheurs, des syndicats et des autorités. En décembre 2024, l'Occupational Safety and Health Administration américaine a conclu avec Amazon un accord national concernant les risques ergonomiques dans plusieurs établissements après une enquête multi-sites. Le point important pour notre argument n'est pas de faire d'Amazon un cas unique ni de confondre toute automatisation avec une détérioration du travail. Il est de constater que l'optimisation du flux possède un corps : dos, épaules, poignets, temps de récupération, possibilités de pause et capacité à interrompre une tâche lorsque le système est mal ajusté.

Un algorithme peut rendre visible une file d'attente ou prévoir une charge ; il peut aussi rendre le travailleur invisible comme sujet capable de juger une situation. Lorsque le système attribue les tâches et mesure la performance, la connaissance du processus global est concentrée dans l'infrastructure numérique tandis que le salarié ne reçoit qu'une instruction successive. La séparation entre travail manuel et intellectuel, que Kropotkine voulait combattre, réapparaît sous une forme nouvelle : certains conçoivent les métriques et les règles, d'autres rencontrent physiquement leurs conséquences.

La réponse n'est pas de supprimer les logiciels de planification. Elle consiste à démocratiser leur conception et leur usage. Les

travailleurs doivent pouvoir comprendre les critères qui les évaluent, contester une donnée erronée, signaler un objectif dangereux et participer aux changements qui modifient la cadence. Une logistique réellement intelligente ne traite pas l'expérience des personnes comme une perturbation extérieure au modèle ; elle l'utilise comme une source d'information sur le fonctionnement réel du système.

6. La rupture des semi-conducteurs : une vulnérabilité à plusieurs rangs

La pénurie de semi-conducteurs est instructive parce qu'elle montre la différence entre une chaîne visible et une chaîne réelle. Un constructeur automobile connaît ses fournisseurs directs. Mais certains composants incorporent eux-mêmes des pièces, matériaux, équipements et services provenant de plusieurs niveaux de sous-traitance. La dépendance critique peut se situer à un rang que le donneur d'ordre n'observe pas directement.

L'enquête du département américain du Commerce publiée en 2022 montrait une demande de puces nettement supérieure à celle de 2019, des usines de fabrication fonctionnant à des taux très élevés et, pour les produits les plus difficiles à acquérir, des inventaires médians chez les utilisateurs passés d'environ quarante jours à moins de cinq. Dans ces conditions, quelques semaines d'interruption d'une installation située à l'étranger pouvaient suffire à immobiliser une usine consommatrice.

L'épisode ne démontre pas que toute mondialisation est fragile. Il démontre qu'une chaîne est vulnérable lorsqu'une fonction difficile à substituer est concentrée, que les marges sont faibles et que les acteurs ne connaissent pas suffisamment leurs dépendances. La relocalisation d'un assemblage final ne change rien si la machine de lithographie, le matériau spécialisé, le logiciel ou le composant critique reste fourni par un seul nœud.

La résilience exige donc une cartographie multi-rangs. Quels composants arrêtent réellement la production ? Combien de fournisseurs indépendants existent ? Utilisent-ils eux-mêmes la même source ? Combien de temps faut-il pour qualifier un

substitut ? Quelle quantité de stock est pertinente au regard de ce délai ? Quel acteur possède l'information permettant de répondre à ces questions ?

Cette approche évite deux simplifications. La première consiste à croire qu'un grand stock résout tous les problèmes. Un composant peut devenir obsolète, coûter cher ou ne pas pouvoir être conservé indéfiniment. La seconde consiste à croire que le marché réallouera toujours rapidement les ressources. Lorsque la capacité physique demande des années d'investissement et que plusieurs industries recherchent simultanément les mêmes produits, le prix ne crée pas instantanément une usine supplémentaire.

La leçon dépasse les semi-conducteurs. Pour un médicament, une pièce ferroviaire, un transformateur électrique ou un équipement médical, la bonne unité d'analyse n'est pas la distance géographique mais le temps de remplacement. Plus le délai nécessaire pour trouver, produire, certifier et transporter un substitut est long, plus une réserve ou une diversification peut avoir une valeur collective.

7. De l'efficience à la résilience

L'opposition entre efficience et résilience est souvent mal posée. Une entreprise qui accumulerait sans distinction plusieurs années de stock immobiliserait du capital, occuperait de l'espace et risquerait l'obsolescence. Une entreprise qui supprimerait toute marge pourrait gagner en période normale et perdre beaucoup plus lors d'un choc. Le problème n'est pas de choisir une vertu contre l'autre, mais de comparer les coûts dans plusieurs états du monde.

L'OCDE insiste dans son examen de 2025 sur cette prudence. Ses simulations suggèrent qu'une relocalisation généralisée pourrait réduire fortement le commerce mondial et le PIB réel sans améliorer systématiquement la stabilité. La résilience n'est donc pas synonyme d'autarcie. Elle combine agilité, adaptabilité et alignement des acteurs : capacité à réagir rapidement, à modifier

les sources ou procédés dans la durée et à coordonner les intérêts lorsque survient une perturbation.

Cette perspective permet de distinguer plusieurs instruments. Le stock est utile lorsqu'un bien est critique, relativement stable et que le temps de remplacement dépasse largement la tolérance à l'arrêt. La diversification est utile lorsqu'il existe plusieurs sources réellement indépendantes. La capacité de substitution est utile lorsqu'un produit ou procédé alternatif peut être qualifié à l'avance. La visibilité est utile lorsqu'elle permet de repérer les dépendances avant la rupture. Les achats publics peuvent enfin maintenir des fournisseurs ou des capacités que le marché tendrait à éliminer parce qu'ils paraissent redondants en période normale.

La redondance n'est donc pas automatiquement un gaspillage. Dans un réseau électrique, une capacité de secours peut rester inutilisée pendant longtemps et pourtant constituer une fonction essentielle. Dans la santé, une réserve stratégique peut sembler coûteuse jusqu'au jour où l'approvisionnement s'interrompt. Dans la maintenance, conserver une compétence peu sollicitée peut éviter des semaines d'immobilisation lorsqu'une panne rare survient.

Mais l'argument de résilience peut lui aussi être détourné. Il peut justifier des subventions permanentes à des acteurs dominants, une accumulation opaque de stocks, un nationalisme économique ou la duplication d'infrastructures écologiquement coûteuses. Toute réserve doit donc répondre à des questions précises : quelle rupture couvre-t-elle ? Pendant combien de temps ? Qui décide de son usage ? À quel moment doit-elle être renouvelée ? Quels coûts sociaux et matériels crée-t-elle ?

Une politique publique de la résilience ne cherche pas à empêcher tout choc. Elle cherche à empêcher qu'un choc local ne se transforme inutilement en privation collective. Elle accepte qu'une partie de l'efficacité mesurée en période normale doive parfois être sacrifiée pour conserver des possibilités d'action lorsque les conditions changent.

8. Les objections : prix, vitesse, échelle et automatisation

La première objection est celle du prix. Les réseaux logistiques mondiaux et la conteneurisation ont incontestablement réduit certains coûts de transport et élargi le choix disponible. Une politique qui ajouterait partout des stocks, des fournisseurs et des capacités inutilisées pourrait augmenter les prix. Cette objection est sérieuse. Elle oblige à cibler la redondance sur les fonctions dont le coût d'interruption est élevé plutôt qu'à transformer toute chaîne en forteresse.

La deuxième objection concerne la vitesse. Les consommateurs ont bénéficié de livraisons plus rapides et de produits disponibles presque immédiatement. Mais la vitesse n'est pas gratuite. Une promesse de livraison devient un programme de travail pour les entrepôts, les chauffeurs et les réseaux routiers. Le prix affiché au consommateur ne comptabilise pas toujours les coûts de congestion, certaines atteintes environnementales, les subventions à l'infrastructure ou les blessures liées à l'intensification. Le problème n'est pas de moraliser l'usage d'une livraison rapide ; il est de rendre visibles les coûts que l'interface commerciale transforme en abstraction.

La troisième objection défend les économies d'échelle. Les grands navires, ports et plateformes peuvent utiliser plus efficacement certains équipements et réduire le coût par unité. Là encore, il serait absurde de nier ces gains. Mais une économie d'échelle n'est pas une justification automatique de la concentration du pouvoir. Il faut distinguer la taille techniquement pertinente de la gouvernance. Une infrastructure peut être grande et néanmoins fonctionner avec des règles d'accès non discriminatoires, une responsabilité publique et des informations auditables.

La quatrième objection concerne l'automatisation. Robots, logiciels de planification et systèmes de tri peuvent retirer des tâches dangereuses, diminuer les erreurs et améliorer la productivité. Le problème ne réside pas dans l'automatisation comme telle. Il réside dans la finalité et la distribution du pouvoir.

Une machine qui soulage un geste pénible peut libérer du temps ; la même économie peut être utilisée pour augmenter immédiatement la cadence restante. Un système qui détecte un risque peut protéger ; un système qui collecte toutes les données d'activité peut devenir un dispositif de surveillance.

Enfin, une logistique publique ou coopérative pourrait devenir bureaucratique. Ce risque est réel. Un monopole public opaque ne devient pas démocratique par son statut juridique. Une organisation fédérée doit conserver la possibilité de correction locale, de comparaison des solutions, d'innovation et de sortie. Le contraire du commandement privé concentré n'est pas nécessairement un centre public unique ; cela peut être un ensemble d'infrastructures communes reliées par des standards ouverts et des obligations mutuelles.

9. Une logistique fédérée plutôt qu'un commandement opaque

Une société décentralisée ne peut pas se passer de logistique. L'alimentation d'une ville, l'entretien d'un réseau ferroviaire, la distribution de médicaments ou le fonctionnement d'un système électrique nécessitent des prévisions, des stocks, des calendriers et des arbitrages. Le véritable enjeu est donc de savoir si cette coordination devient un pouvoir séparé de ceux qu'elle coordonne.

Une logistique fédérée pourrait reposer sur plusieurs principes. Le premier est la visibilité des dépendances critiques. Les acteurs qui assurent un service essentiel devraient connaître non seulement leurs fournisseurs directs mais aussi les nœuds dont la rupture rendrait le système indisponible pendant une durée significative. Cette information ne peut pas toujours être publique en détail pour des raisons de sécurité ou de secret industriel, mais elle doit être accessible aux institutions responsables de la résilience et soumise à audit.

Le deuxième principe est l'interopérabilité. Lorsque les informations, logiciels et formats appartiennent exclusivement à un acteur, celui-ci peut transformer une infrastructure collective

en dépendance privée. Les standards ouverts, les interfaces documentées et la portabilité des données réduisent le coût de sortie. Ils ne suppriment pas la nécessité de compétences techniques, mais ils évitent qu'un changement de prestataire impose de reconstruire tout le système.

Le troisième principe est la mutualisation des capacités rares. Un territoire n'a pas besoin de posséder seul toutes les réserves, tous les entrepôts et tous les équipements. Plusieurs collectivités, coopératives ou entreprises peuvent partager des stocks de sécurité, des ateliers de maintenance ou des plateformes de transport. La mutualisation devient fédérale lorsqu'aucun membre ne peut unilatéralement priver les autres d'une fonction essentielle et lorsque les règles de priorité sont définies avant la crise.

Le quatrième principe concerne le travail. Ceux qui déplacent effectivement les biens doivent disposer d'un droit de connaissance et d'intervention sur les systèmes qui organisent leur cadence. Les chauffeurs, agents de quai, préparateurs et techniciens détectent souvent des fragilités que les indicateurs centraux ne montrent qu'après coup. Leur participation n'est donc pas seulement une exigence morale ; elle améliore la qualité de l'information du système.

Le cinquième principe est la responsabilité le long de la chaîne. Une entreprise qui impose des délais, des volumes ou des prix déterminants ne devrait pas pouvoir considérer les conséquences prévisibles de ces choix comme entièrement extérieures parce que le travail est juridiquement sous-traité. Cela ne signifie pas que chaque donneur d'ordre devient responsable de tout ce qui arrive chez tous ses fournisseurs. Cela signifie que le pouvoir économique doit être pris en compte lorsqu'on attribue les obligations de prévention et de réparation.

Enfin, une logistique fédérée doit accepter la limite. Le meilleur flux n'est pas toujours le flux maximal. Une partie de la circulation contemporaine répond à des chaînes de production inutilement longues, à l'obsolescence rapide ou à des différences de coûts produites par des normes sociales inégales. Réduire certains

déplacements par la réparation, la production régionale ou la diminution du gaspillage peut augmenter la liberté matérielle sans chercher l'autarcie.

Conclusion — Gouverner les flux sans être gouverné par eux

La chaîne logistique est l'une des grandes usines du XXI^e siècle. Elle ne possède pas nécessairement de murs communs, mais elle impose des séquences, des normes, des délais et des dépendances comparables à ceux de la grande manufacture. Le conteneur, le juste-à-temps, le port, l'entrepôt numérique et le système de prévision forment une architecture matérielle dans laquelle des milliers d'organisations peuvent agir comme les postes d'un même processus.

Ce système a produit des gains réels : baisse de certains coûts de transport, disponibilité de biens, réduction de stocks inutiles, diffusion internationale de capacités productives, coordination de réseaux d'une complexité auparavant impossible. Une critique sérieuse doit les conserver dans sa propre description. Mais ces gains ne répondent pas à la question du pouvoir. Qui peut interrompre le flux ? Qui connaît les dépendances ? Qui décide du stock acceptable ? Qui supporte l'attente ? Qui peut substituer un fournisseur ? Qui fixe la cadence et qui peut la contester ?

La crise apparaît lorsque la coordination nécessaire se transforme en commandement opaque. Un réseau peut alors être simultanément très efficace et très vulnérable : chaque acteur optimise sa fonction tandis que l'ensemble dépend de quelques nœuds, de quelques standards propriétaires ou de quelques jours de marge. La résilience ne demande pas de revenir à des territoires autosuffisants. Elle demande de distribuer les capacités de substitution, de partager l'information pertinente, de maintenir certaines réserves, d'ouvrir les infrastructures et de donner aux travailleurs et aux collectivités un pouvoir sur les rythmes qu'ils rendent possibles.

Le programme kropotkinien doit donc être reformulé. Rapprocher production et consommation reste parfois pertinent,

mais la proximité ne supprime pas la logistique. Une société libre doit savoir organiser des flux à plusieurs échelles sans abandonner leur gouvernement à un centre invisible. La question n'est pas de faire disparaître les chaînes ; elle est de construire des chaînes dans lesquelles la coordination augmente la capacité des participants au lieu de transformer leur dépendance en moyen de commandement.

Notes et références du chapitre 4

1. Toyota Motor Corporation, 75 Years of Toyota, « The Origins of Just-in-Time », ainsi que les pages consacrées au Toyota Production System et au kanban. Les archives officielles situent l'origine du principe dans la période de mise en route de l'usine de Koromo et décrivent sa réalisation progressive dans les décennies suivantes.
2. Toyota Motor Corporation, 75 Years of Toyota, « Production Parts Logistics ». Toyota définit la logistique de pièces de production selon le principe du flux tiré et décrit son extension à mesure que le nombre d'implantations augmente au Japon et à l'étranger.
3. International Organization for Standardization, ISO/TC 104, Freight containers. Le comité technique a été créé en 1961 ; l'ISO situe ses premières normes internationales consacrées aux conteneurs de fret à la fin des années 1960.
4. Marc Levinson, *The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger*, Princeton University Press, 2006, pour l'histoire économique de la conteneurisation ; voir aussi les synthèses historiques sur le voyage de l'Idéal X du 26 avril 1956.
5. Port of Los Angeles, séries « Container Statistics » et communiqués 2021-2025. Le port annonçait environ 10,7 millions d'EVP pour 2021 ; les séries officielles donnent 10 297 352 EVP pour 2024 et 10 239 318 pour 2025.
6. International Labour Organization et Joint Research Centre, *Algorithmic Management Practices in Regular Workplaces: Case Studies in Logistics and Healthcare*, 2024. Le rapport documente à la fois les gains possibles de simplification et d'efficacité et les risques pour la qualité du travail et la surveillance.
7. U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, accord national avec Amazon annoncé le 19 décembre 2024 concernant les mesures ergonomiques dans les établissements de l'entreprise.
8. U.S. Department of Commerce, « Results from Semiconductor Supply Chain Request for Information », janvier 2022. Parmi les résultats : demande accrue, capacités très utilisées et baisse de l'inventaire médian de certains semi-conducteurs chez les acheteurs d'environ quarante jours en 2019 à moins de cinq jours en 2021.

9. OECD, OECD Supply Chain Resilience Review: Navigating Risks, 2025. Le rapport insiste sur les coûts d'une relocalisation généralisée et sur l'importance de chaînes agiles, adaptables et alignées plutôt que sur une logique d'autarcie.
10. UN Trade and Development, Review of Maritime Transport 2025, pour les perturbations contemporaines du transport maritime, la volatilité des coûts, les détours de routes et la question de la résilience portuaire.

LA PLATEFORME COMME NOUVELLE MANUFACTURE

Le travail est dispersé ; la discipline tient dans l'interface.

Introduction — Quand le marché devient une interface

La grande manufacture industrielle concentrait dans un même lieu des machines, des ouvriers, des stocks, des contremaîtres et une chaîne de commandement. La plateforme numérique semble faire l'inverse. Les travailleurs sont dispersés dans la ville ou à travers le monde ; les vendeurs gardent leurs boutiques ; les chauffeurs possèdent souvent leur véhicule ; les clients n'entrent dans aucun bâtiment commun. Pourtant une partie essentielle de l'organisation se concentre ailleurs : dans l'application, les règles d'accès, les algorithmes de classement, les systèmes de paiement, les données et les contrats.

Cette transformation explique pourquoi la plateforme ne peut pas être comprise comme un simple site internet. Elle peut devenir une institution qui organise un marché, distribue des tâches, fixe des conditions de visibilité, mesure des performances, impose des procédures et arbitre des conflits. Le pouvoir industriel n'a pas disparu avec les murs de l'usine ; il peut être déplacé dans une infrastructure logicielle.

Le rapprochement avec la manufacture ne doit toutefois pas être forcé. Toutes les plateformes ne sont pas des employeurs dissimulés, toutes ne déterminent pas les prix, toutes ne contrôlent pas leurs utilisateurs avec la même intensité. Une place de marché pour artisans, une application de livraison, une plateforme de microtravail, un service de location et un réseau social reposent sur des modèles économiques différents. L'analyse doit donc commencer par une question simple : que contrôle réellement l'intermédiaire, et que peut faire un participant sans lui ?

La question kropotkinienne peut alors être reformulée. Au XIX^e siècle, il s'agissait de savoir qui possédait la machine, qui maîtrisait le savoir et qui organisait la production. Au XXI^e siècle, il faut ajouter : qui possède l'interface, qui fixe les règles du classement, qui connaît le fonctionnement du système, qui peut déplacer sa réputation et ses données, et qui dispose d'un recours lorsqu'un algorithme ferme l'accès au marché ?

1. De l'intermédiaire au marché gouverné

Une plateforme affirme souvent qu'elle met en relation une offre et une demande. Cette description est parfois exacte mais souvent incomplète. Le propriétaire d'une place physique peut louer des emplacements sans déterminer ce que chaque marchand vend ni à quel prix. Une plateforme numérique peut aller beaucoup plus loin : définir les catégories de produits, décider quelles offres apparaissent d'abord, imposer un format de description, calculer des commissions, recommander des prix, favoriser certains délais de livraison, suspendre des comptes et modifier unilatéralement ses conditions générales.

La différence essentielle est celle qui sépare l'hébergement d'un marché de sa gouvernance. Lorsque l'intermédiaire contrôle les conditions d'accès et les paramètres de réussite économique, il devient en partie l'architecte du marché. Son pouvoir ne tient pas seulement à la propriété d'un serveur, mais à sa capacité de rendre certains comportements visibles, rentables ou au contraire presque inexistants.

Cette fonction est reconnue indirectement par le droit européen. Le règlement de 2019 sur l'équité et la transparence pour les entreprises utilisatrices de services d'intermédiation en ligne impose notamment aux plateformes de décrire les principaux paramètres qui déterminent le classement. Le texte part d'un constat concret : l'ordre dans lequel des biens ou services apparaissent a un effet direct sur la réussite commerciale des entreprises présentes sur la plateforme. Le classement n'est donc pas un détail technique ; il est une institution de marché.

Il faut alors distinguer trois niveaux. Au premier, la plateforme fournit une infrastructure relativement neutre : paiement, hébergement, messagerie ou recherche. Au deuxième, elle gouverne les interactions : règles de visibilité, réputation, prix recommandés, conditions de transaction. Au troisième, elle devient elle-même un acteur économique concurrent des participants qu'elle organise. C'est à ce troisième niveau que le conflit d'intérêts devient le plus fort : l'intermédiaire peut connaître les données du marché tout en vendant lui-même sur ce marché.

Cette configuration ne signifie pas automatiquement abus. Une plateforme peut avoir de bonnes raisons de lutter contre la fraude, d'améliorer la qualité, de réduire les délais ou de protéger les consommateurs. Le problème politique apparaît lorsque les règles sont suffisamment importantes pour structurer l'activité des autres, mais restent unilatérales, opaques ou difficilement contestables.

2. Des modèles économiques différents, un même problème de dépendance

Parler de « la plateforme » au singulier masque des modèles économiques très différents. Certaines prélèvent une commission sur chaque transaction. D'autres facturent un abonnement. D'autres encore utilisent la publicité, vendent des services complémentaires, monétisent des données ou subventionnent temporairement les prix grâce à des capitaux extérieurs afin de gagner rapidement des parts de marché.

Le modèle de commission crée un intérêt direct à augmenter le volume des transactions. Le modèle publicitaire favorise l'attention et la collecte de données. Le modèle d'abonnement cherche davantage la rétention de l'utilisateur. Le modèle de place de marché peut combiner commission, services logistiques, publicité interne et vente directe de produits concurrents. Une analyse sérieuse doit donc relier l'architecture technique à la source de revenu : ce que la plateforme mesure, recommande et récompense dépend en partie de ce qu'elle cherche à monétiser.

Le financement par capital-risque ajoute une dimension particulière. Une entreprise peut accepter pendant plusieurs années des pertes importantes si la croissance lui permet d'occuper le marché, d'attirer simultanément clients et travailleurs et de rendre une alternative moins attractive. Cette stratégie n'est pas irrationnelle lorsque les effets de réseau sont puissants : un service de transport devient plus utile pour les passagers si de nombreux conducteurs y sont présents, et plus utile pour les conducteurs si de nombreux passagers l'utilisent.

La subvention de la croissance peut produire un paradoxe. Les utilisateurs bénéficient d'abord de prix faibles, de promotions ou de commissions réduites ; cette situation peut être interprétée comme la preuve que le modèle est intrinsèquement plus efficace. Mais une fois la dépendance installée, les conditions peuvent changer. Il ne suffit donc pas d'observer le prix d'entrée d'un service pour comprendre son économie politique. Il faut examiner qui finance la conquête du marché, quelles pertes sont acceptées, quelles ressources deviennent irremplaçables et quel pouvoir apparaît lorsque les concurrents ont disparu ou que les utilisateurs ont investi leur réputation dans l'écosystème.

Cette logique n'est pas propre au numérique. Les chemins de fer, les réseaux électriques ou la grande distribution ont eux aussi produit des économies d'échelle et des effets de concentration. La nouveauté vient de la vitesse avec laquelle une interface peut modifier ses règles et de la quantité de données qu'elle recueille sur l'activité qu'elle organise.

3. Les effets de réseau et le verrouillage

Les effets de réseau expliquent une partie de la puissance des grandes plateformes. Plus il y a de participants d'un côté du marché, plus le service peut devenir attractif pour l'autre côté. Un conducteur veut des passagers ; un passager veut des conducteurs. Un vendeur veut des acheteurs ; un acheteur veut un vaste choix de vendeurs. Une plateforme de travail en ligne veut attirer simultanément des donneurs d'ordre et des travailleurs spécialisés.

Mais l'effet de réseau ne suffit pas à lui seul à créer une domination durable. La portabilité des données, l'interopérabilité, la possibilité d'utiliser plusieurs services et la faiblesse des coûts de changement peuvent maintenir la concurrence. À l'inverse, lorsqu'une réputation, un historique de ventes, une base de clients, un catalogue, un système de paiement ou des outils logistiques restent enfermés dans une seule plateforme, le coût de sortie augmente.

Le verrouillage est donc souvent relationnel plutôt que matériel. Un vendeur peut conserver ses marchandises mais perdre son accès aux clients. Un chauffeur peut conserver sa voiture mais perdre ses évaluations et son flux de courses. Un travailleur en ligne peut conserver ses compétences mais devoir recommencer sans historique sur une autre plateforme. La valeur économique créée pendant des années s'est accumulée dans une infrastructure qu'il ne contrôle pas.

Cette dépendance change la signification de la propriété. Kropotkine insistait sur l'accès aux moyens matériels de produire. Dans une économie de plateforme, posséder l'outil physique peut être insuffisant si la relation commerciale est médiatisée par un passage obligé. L'interface devient alors une partie du moyen de production.

D'où un critère pratique : une plateforme est d'autant plus puissante que ses utilisateurs peuvent théoriquement la quitter mais pratiquement perdre une part importante de leur activité en le faisant. La liberté contractuelle ne doit pas être confondue avec l'absence de dépendance.

4. Le transport avec chauffeur : autonomie promise, contrôle réel

Le transport avec chauffeur montre clairement cette tension. Le conducteur peut décider de se connecter ou non, utiliser son propre véhicule et parfois travailler pour plusieurs applications. Ces éléments constituent une autonomie réelle que les critiques ne doivent pas nier. Beaucoup de chauffeurs attachent une valeur importante à la flexibilité des horaires.

Mais l'autonomie ne se mesure pas seulement au moment où l'on ouvre l'application. Il faut examiner ce qui se passe une fois connecté : qui fixe ou influence fortement le prix, qui attribue la course, quelles informations sont visibles avant l'acceptation, comment la performance est évaluée, ce qui se passe après des refus répétés, qui peut suspendre le compte et quelle procédure existe pour contester cette suspension.

La jurisprudence britannique a montré l'importance de cette analyse factuelle. En 2021, la Cour suprême du Royaume-Uni a confirmé que les chauffeurs concernés dans l'affaire *Uber BV v Aslam* relevaient du statut de « worker » pour les protections en cause. La décision ne reposait pas uniquement sur le contrat rédigé par la plateforme ; elle examinait notamment le contrôle exercé sur le service et les conditions réelles d'activité.

D'autres juridictions ont choisi une voie différente. En Californie, la Proposition 22 a maintenu pour les conducteurs de certaines applications un statut d'indépendant accompagné de garanties particulières, et la Cour suprême de Californie a confirmé en 2024 la constitutionnalité de cette architecture sur le point contesté. Cette divergence montre que le débat ne se réduit pas à une évidence juridique universelle. Les sociétés arbitrent différemment entre flexibilité, protection sociale et définition de l'employeur.

La meilleure question n'est donc pas : « salarié ou indépendant ? » comme s'il n'existait qu'un seul modèle légitime. Elle est : quels pouvoirs et quels risques sont réellement distribués ? Un indépendant qui fixe ses prix, choisit ses clients, possède sa clientèle et peut transporter sa réputation n'est pas dans la même situation qu'un indépendant qui supporte ses frais tout en étant piloté par une interface qu'il ne peut négocier.

5. Le management algorithmique : le contremaître sans visage

Dans la manufacture, le contremaître était visible. Dans la plateforme, une partie de cette fonction peut être distribuée entre logiciel, règles internes, modèles statistiques et décisions

humaines. Le système attribue une tâche, calcule un tarif, recommande un itinéraire, mesure le temps, détecte une anomalie, enregistre une acceptation et produit une évaluation.

Parler de « l'algorithme » comme s'il était le véritable patron serait pourtant trompeur. Un système automatique n'a pas inventé seul ses objectifs. Quelqu'un a décidé ce qu'il faut optimiser : délai, coût, taux d'acceptation, disponibilité, satisfaction, nombre de transactions ou réduction des fraudes. Le logiciel transforme ensuite ces objectifs en contraintes plus rapides, plus continues et parfois moins négociables qu'un ordre humain.

Le management algorithmique possède trois caractéristiques politiques importantes. D'abord, il peut surveiller à une échelle qu'un responsable humain ne pourrait atteindre. Ensuite, il peut modifier le comportement sans formuler un ordre explicite, par des bonus, des classements, des alertes et des variations de visibilité. Enfin, il peut rendre la contestation difficile parce que la personne ne sait pas exactement quelle combinaison de données a produit la décision.

Le travailleur apprend alors à interpréter des signaux. Il cherche les heures rentables, évite certaines zones, maintient une note, teste les conséquences d'un refus et échange avec d'autres travailleurs des hypothèses sur le fonctionnement de l'application. Cette situation rappelle les anciens savoirs tacites de l'atelier, mais avec une différence majeure : la règle peut changer à distance, simultanément pour des milliers de personnes, sans négociation locale.

Les travaux de l'Organisation internationale du Travail sur les plateformes numériques montrent que cette question concerne aussi bien le travail localisé — transport, livraison — que le travail en ligne. Les plateformes peuvent structurer l'accès aux tâches, la rémunération, les évaluations et le recours tout en répartissant les travailleurs sur plusieurs pays.

6. Le travail à la tâche et le temps invisible

La plateforme mesure facilement ce qui correspond à une transaction : une course accomplie, une livraison effectuée, une

image annotée, un texte transcrit. Elle mesure moins bien le temps nécessaire pour rester disponible, chercher une tâche, attendre une commande, résoudre un litige ou maintenir son équipement.

Cette distinction entre temps payé et temps nécessaire n'est pas nouvelle. Le travail à la pièce existe depuis longtemps. Mais l'interface peut l'intensifier en découpant l'activité en micro-unités et en transformant les périodes d'attente en risque individuel. Deux travailleurs recevant le même paiement par tâche peuvent avoir des revenus horaires très différents selon la disponibilité des missions, les temps morts et leurs frais.

L'économie de plateforme peut donc produire une illusion de précision. Un prix apparaît exactement à l'écran, tandis qu'une partie du coût réel reste hors du calcul : carburant, assurance, téléphone, véhicule, temps d'approche, formation, recherche de tâches ou temps consacré aux contestations. Une comparaison honnête entre emploi salarié et travail indépendant doit réintégrer ces coûts.

Cela ne signifie pas que le paiement à la tâche soit toujours illégitime. Il peut convenir à certaines activités réellement autonomes. La question est de savoir si le travailleur peut influencer le prix et l'organisation de son temps ou s'il subit une tâche standardisée dont le prix est imposé par l'infrastructure.

Le programme d'émancipation doit donc rendre visible le temps invisible. Une organisation démocratique du travail ne peut pas se contenter de rémunérer l'événement final si la disponibilité préalable est structurellement nécessaire au service.

7. Notation, désactivation et droit de procédure

La notation est souvent présentée comme un moyen simple de créer de la confiance entre inconnus. Elle remplit réellement cette fonction. Un client peut éviter un vendeur frauduleux ; un conducteur ou un passager peut signaler un comportement grave. Sans aucun mécanisme de réputation, certains marchés numériques seraient plus risqués.

Le problème apparaît lorsque la note cesse d'être une information parmi d'autres et devient un instrument automatique

d'accès au revenu. Une différence apparemment minime de moyenne peut modifier la visibilité, déclencher un avertissement ou participer à une désactivation. Or les évaluations agrègent des jugements hétérogènes. Elles peuvent refléter une mauvaise prestation, mais aussi une demande abusive refusée, un retard imputable au trafic, une discrimination ou simplement des attentes incompatibles.

La désactivation est l'équivalent numérique de la fermeture de la porte de l'usine. Pourtant elle peut être déclenchée à distance et accompagnée d'une explication générique. Pour un travailleur dépendant économiquement de la plateforme, le problème n'est pas seulement la qualité de l'algorithme ; c'est l'existence d'une procédure. Qui entend la contestation ? Dans quel délai ? Le travailleur peut-il accéder aux données pertinentes ? Une décision provisoire peut-elle être suspendue lorsqu'elle menace immédiatement le revenu ?

La directive européenne 2024/2831 sur le travail via une plateforme traite précisément ce pouvoir. Elle vise notamment la transparence, l'équité, la supervision humaine et la responsabilité dans le management algorithmique, et reconnaît un droit de contestation des décisions automatisées. Elle limite aussi certaines catégories de traitement de données dans le contexte du travail de plateforme.

Cette évolution est importante parce qu'elle déplace le débat. Il ne s'agit plus seulement de demander si un algorithme est techniquement performant, mais de déterminer quels droits entourent son usage. Un système peut être statistiquement efficace et politiquement inacceptable s'il produit des conséquences majeures sans procédure de recours.

8. Les vendeurs : quand la visibilité devient un moyen de production

La dépendance aux plateformes ne concerne pas uniquement les chauffeurs ou les livreurs. Un commerçant indépendant peut devenir fortement dépendant d'une place de marché. Il conserve son entreprise, ses salariés et ses stocks, mais son accès aux clients

dépend du classement, des avis, de la publicité interne et des conditions logistiques de l'intermédiaire.

Le cas d'Amazon illustre la tension créée par le double rôle d'une plateforme. Amazon fournit une place de marché à des vendeurs indépendants tout en vendant directement des produits. La Commission européenne a examiné l'usage de données non publiques provenant des vendeurs et les conditions d'accès à des mécanismes déterminants comme la Buy Box et Prime. En décembre 2022, elle a rendu juridiquement contraignants des engagements d'Amazon visant notamment à ne pas utiliser certaines données non publiques des vendeurs pour ses propres activités de détail et à appliquer des conditions non discriminatoires dans certains dispositifs de classement et d'accès.

L'intérêt de ce cas dépasse une entreprise particulière. Il montre que la donnée issue de l'activité d'autrui peut devenir un avantage concurrentiel. Une plateforme observe à grande échelle les produits vendus, les taux de conversion, les prix et la demande. Un vendeur individuel ne dispose pas d'une vision comparable du marché. Lorsque l'intermédiaire est également concurrent, l'asymétrie informationnelle devient structurelle.

Le classement produit une deuxième asymétrie. Le marchand peut officiellement proposer son produit tout en étant pratiquement invisible. L'accès au marché n'est donc plus binaire — présent ou absent — mais gradué. La visibilité devient une ressource productive distribuée par l'infrastructure.

Le règlement européen « Platform-to-Business » de 2019 oblige les intermédiaires concernés à expliquer les principaux paramètres de classement sans exiger la divulgation complète des algorithmes. Cette solution reconnaît une tension réelle : les entreprises utilisatrices ont besoin de prévisibilité, tandis que l'intermédiaire peut légitimement protéger certains secrets et empêcher la manipulation du système.

9. Le travail en ligne : une manufacture mondiale de microtâches

Les plateformes de travail en ligne rendent encore plus visible la séparation entre lieu du travail et lieu du commandement. Un donneur d'ordre peut décomposer un projet en tâches réalisées dans plusieurs pays : annotation de données, transcription, traduction, création graphique, programmation, modération ou vérification.

Cette dispersion élargit l'accès à certains marchés. Une personne située loin des grands centres économiques peut obtenir des clients internationaux. Une petite entreprise peut accéder rapidement à des compétences spécialisées. Il serait donc erroné de décrire toute plateforme de travail en ligne comme une simple machine d'exploitation.

Mais la concurrence mondiale peut aussi déplacer le pouvoir vers celui qui conçoit le marché. Les travailleurs comparent des offres dont les prix sont visibles, tandis que les règles de classement, les frais, les procédures de litige et les conditions de suspension restent contrôlés par la plateforme. L'OIT a documenté cette diversité à partir d'enquêtes et d'entretiens menés à grande échelle sur les plateformes web et localisées.

Le problème n'est pas nécessairement qu'un travailleur et un client se rencontrent à distance. C'est la possibilité que le système transforme chaque relation en compétition atomisée sans capacité collective de négocier les standards. Lorsque chaque travailleur ne voit que sa tâche, il devient difficile de savoir quels prix sont pratiqués ailleurs, quels critères déterminent la visibilité ou quelle part du travail est rejetée sans paiement.

Une alternative fédérée pourrait conserver l'ouverture internationale tout en introduisant des règles communes : contrats types, procédures de contestation, informations sur les tarifs réels, réputation portable, mécanismes de médiation et représentation collective. La décentralisation géographique ne suffit pas ; il faut décentraliser aussi la capacité de définir les règles.

10. Les usagers : commodité réelle, pouvoir indirect

Les utilisateurs ne sont pas seulement victimes d'une infrastructure. Ils reçoivent des avantages réels : rapidité de recherche, paiement intégré, comparaison, suivi, standardisation et réduction du coût de coordination. Ces bénéfices expliquent la puissance des plateformes plus sûrement qu'une simple manipulation.

Une critique sérieuse doit donc partir de la commodité. Si une alternative démocratique exige cinq applications, des paiements compliqués et des délais incertains, elle ne deviendra pas automatiquement préférable parce que sa propriété est plus juste. L'histoire des plateformes coopératives le montre : la qualité du service fait partie de la question politique.

Mais l'usager influence aussi indirectement le travail. Une exigence de livraison immédiate peut devenir un objectif imposé aux coursiers. La possibilité de noter en quelques secondes peut participer à une discipline permanente. La gratuité apparente d'un service peut être financée par la publicité ou la collecte de données. Le confort de l'utilisateur doit donc être relié aux conditions institutionnelles qui le rendent possible.

Cela ne conduit pas à culpabiliser le consommateur individuel. La plupart des utilisateurs ne disposent pas des informations nécessaires pour reconstruire la chaîne complète. La responsabilité principale appartient aux institutions qui définissent les règles. Mais une démocratie économique doit rendre les arbitrages visibles : combien coûte réellement une livraison rapide, quelle part revient au travailleur, quel niveau de données est collecté, quelles alternatives existent ?

11. Les données : produit collectif, propriété fragmentée

Chaque interaction produit des données : trajets, horaires, clics, recherches, taux d'acceptation, prix, performances, préférences, évaluations et historiques. Ces informations permettent d'améliorer l'allocation des tâches, de détecter des fraudes, de

prévoir la demande et de personnaliser le service. Elles constituent donc une ressource productive.

Pourtant leur production est distribuée. La plateforme fournit l'infrastructure de collecte et d'analyse ; les travailleurs, vendeurs et clients produisent une grande partie des événements mesurés. Dire que les données « appartiennent » simplement à l'un ou l'autre est donc insuffisant. Certaines sont personnelles, certaines commerciales, certaines agrégées, certaines dérivées par calcul.

Une politique de communs numériques ne peut pas signifier que tout doit être ouvert. Publier librement les trajets d'un travailleur ou l'historique détaillé d'un client serait une atteinte à la vie privée. L'enjeu est de distinguer les droits : droit d'accès individuel, droit de portabilité, accès agrégé pour la recherche ou la négociation collective, protection contre l'usage concurrentiel abusif, obligation de conservation et règles de suppression.

La donnée devient politiquement décisive lorsqu'elle permet de gouverner sans être gouverné en retour. Une plateforme voit l'ensemble du marché, tandis que chaque participant n'en voit qu'une fraction. Réduire cette asymétrie ne nécessite pas que chaque travailleur accède au code complet. Il faut surtout rendre accessibles les informations nécessaires pour comprendre les décisions qui l'affectent et pour exercer un droit collectif de contrôle.

12. Réguler sans figer : statut, transparence, interopérabilité

La régulation des plateformes doit éviter deux simplifications. La première serait de considérer toute innovation comme une fraude au droit existant. La seconde serait d'exempter les plateformes de règles fondamentales au motif que leur technologie est nouvelle.

Le statut du travail constitue le premier champ. La directive européenne 2024/2831 demande que la qualification repose d'abord sur les faits de l'exécution réelle du travail et prévoit une présomption légale réfragable lorsqu'apparaissent des faits de direction et de contrôle selon les droits nationaux. Cette approche

est plus robuste qu'une règle fondée uniquement sur l'étiquette du contrat.

Le deuxième champ est le management algorithmique. Une personne doit savoir qu'un système automatique intervient dans l'organisation du travail, comprendre les grandes catégories de données et disposer d'une supervision humaine. La transparence n'exige pas nécessairement la publication du code source intégral. Le secret commercial peut être protégé tout en imposant des explications sur les critères déterminants.

Le troisième champ concerne les entreprises utilisatrices. Le règlement européen de 2019 impose déjà certaines obligations de transparence sur le classement et des mécanismes de recours. Le quatrième concerne les grandes plateformes structurantes. Le Digital Markets Act européen cherche à limiter certains pouvoirs de « gatekeepers », notamment par des obligations liées à l'accès aux données et à l'interopérabilité dans des domaines déterminés.

Ces dispositifs ne dessinent pas un modèle économique unique. Ils établissent plutôt une idée : lorsqu'une infrastructure devient un passage déterminant entre entreprises et clients, la liberté du propriétaire de l'interface n'est plus le seul principe pertinent.

13. Portabilité, interopérabilité et droit de sortie

Le droit de quitter une plateforme reste faible si partir signifie perdre des années de réputation, un carnet de clients, un catalogue ou l'historique nécessaire à prouver son expérience. La portabilité doit donc être pensée comme une dimension de l'autonomie économique.

Il faut cependant éviter le rêve d'un score universel. Une réputation globale suivant une personne partout pourrait produire une surveillance encore plus forte. La solution est une portabilité ciblée : exporter des données choisies, des preuves de transactions, certaines évaluations ou certifications, avec le consentement de la personne et des règles de contestation.

L'interopérabilité peut aller plus loin. Plusieurs services pourraient partager des standards de catalogue, d'identité, de réservation ou de paiement. Un restaurant pourrait recevoir des

commandes provenant de plusieurs interfaces sans maintenir des systèmes totalement séparés. Un conducteur pourrait accepter des courses de plusieurs réseaux grâce à des protocoles communs. Une collectivité pourrait fournir une infrastructure de base sur laquelle différents opérateurs offrent leurs services.

Cette architecture réduit certains effets de verrouillage mais ne supprime pas les problèmes de gouvernance. Qui définit le standard ? Qui finance sa maintenance ? Comment éviter qu'un grand acteur impose de fait ses propres extensions ? L'ouverture technique n'est donc pas une solution complète ; elle doit être associée à des institutions de gouvernance partagée.

14. Plateformes coopératives : changer le propriétaire ne suffit pas

Les plateformes coopératives cherchent à rendre les travailleurs, les usagers ou plusieurs catégories de participants propriétaires de l'infrastructure. L'idée est simple : si ceux qui dépendent du système contrôlent les règles, les commissions, les données et les investissements peuvent être décidés selon d'autres finalités.

CoopCycle constitue un exemple important parce qu'il ne propose pas seulement une application isolée. La fédération mutualise un logiciel de cyclologistique, l'hébergement, l'accompagnement, la formation et une partie du développement commercial entre des coopératives et organisations de l'économie sociale. Son architecture vise explicitement à ce que les coursiers restent décisionnaires dans leur entreprise locale tout en partageant une infrastructure commune.

Cette logique est proche de la fédération kropotkinienne : éviter de choisir entre la petite unité isolée et la grande organisation centralisée. Le logiciel, certaines compétences et certains marchés peuvent être mutualisés, tandis que la propriété et les décisions quotidiennes restent locales. L'échelle est obtenue par coopération entre organisations plutôt que par absorption dans une firme unique.

D'autres expériences, comme The Drivers Cooperative à New York ou Up & Go dans le nettoyage, cherchent à organiser des services numériques contrôlés par les travailleurs. Leur intérêt ne réside pas seulement dans la redistribution des commissions. Elles expérimentent des procédures de gouvernance, des formes de recours et des règles de travail élaborées avec ceux qui exécutent effectivement le service.

Mais la propriété coopérative ne garantit ni un bon logiciel ni un marché suffisant. Une plateforme mal conçue, trop lente ou incapable d'acquérir des utilisateurs échoue même si sa gouvernance est exemplaire. Le produit et l'institution doivent être pensés ensemble.

15. Le cas Ampled : apprendre d'un échec coopératif

Le cas d'Ampled est utile précisément parce qu'il empêche d'idéaliser le modèle coopératif. Ampled était une plateforme détenue par artistes et travailleurs visant à permettre aux musiciens de recevoir directement le soutien de leur public. Le projet a finalement cessé son activité.

Le retour d'expérience présenté par l'un de ses cofondateurs et analysé par le Platform Cooperativism Consortium souligne plusieurs difficultés : modèle trop proche d'alternatives déjà installées, coût de changement élevé pour les artistes, ressources financières limitées, difficulté à expliquer concrètement la valeur de la propriété partagée et dépendance à un travail bénévole ou sous-rémunéré. Le projet avait créé une gouvernance coopérative, obtenu des financements et transféré des contributions à des artistes ; cela n'a pas suffi à produire une activité durable.

Cette leçon est fondamentale. Une coopérative n'est pas dispensée des contraintes économiques. Elle doit maintenir le logiciel, assurer la sécurité, répondre aux utilisateurs, acquérir une clientèle, financer le développement et rémunérer le travail invisible d'administration. La démocratie ne remplace pas la compétence ; elle doit l'organiser.

L'échec d'Ampled ne prouve pas que les plateformes coopératives sont impossibles, pas plus que l'échec d'une start-up

ne prouve l'impossibilité de l'entreprise capitaliste. Il montre plutôt que l'éthique de propriété ne suffit pas comme avantage de marché. Pour durer, une plateforme démocratique doit résoudre un problème réel au moins aussi bien que les alternatives, ou disposer d'un soutien institutionnel qui compense certains désavantages de financement.

16. Les conditions de viabilité hors du capital-risque

Une plateforme démocratique ne peut pas toujours reproduire la stratégie d'une entreprise financée par le capital-risque. Si elle refuse de vendre le contrôle à des investisseurs recherchant une forte croissance, elle doit trouver d'autres mécanismes pour financer le développement initial et les périodes déficitaires.

Plusieurs solutions peuvent être combinées : apports des membres, prêts patients, financement public, fondations, mutualisation fédérale, contrats avec des institutions, abonnements, licences, précommandes ou partage d'infrastructures existantes. Aucune n'est universelle. Une plateforme locale de livraison et une place de marché internationale n'ont pas les mêmes besoins en capital.

La fédération est particulièrement importante. Au lieu que chaque coopérative paie seule une équipe complète de développement, plusieurs organisations peuvent financer un logiciel commun. Au lieu de dupliquer la cybersécurité, le paiement, la comptabilité ou l'assistance juridique, certaines fonctions peuvent être mutualisées. Cette mutualisation réduit les coûts sans retirer nécessairement l'autonomie locale.

Les collectivités peuvent également jouer un rôle lorsque la plateforme remplit une fonction territoriale : mobilité, livraison de commerces locaux, réservation d'équipements, circuit alimentaire, données urbaines. Une collectivité peut financer une infrastructure ouverte sans devenir l'opérateur unique du service, à condition que les règles d'accès soient claires et que le soutien ne crée pas une rente fermée.

La viabilité demande enfin d'accepter que toutes les plateformes n'ont pas vocation à devenir mondiales. Une petite infrastructure fortement adaptée à un territoire peut être économiquement pertinente si elle n'est pas comparée uniquement au volume d'une multinationale.

17. Plateformes municipales et infrastructures communes

Certaines fonctions numériques peuvent être traitées comme des infrastructures publiques ou communes plutôt que comme des entreprises cherchant à maximiser chaque transaction. Une ville peut par exemple fournir des données ouvertes sur les transports, un système commun d'identification, des API de réservation ou un service de paiement compatible avec plusieurs opérateurs.

Le but n'est pas de construire une « super-application municipale » contrôlant toute l'activité locale. Ce serait simplement déplacer la centralisation. Une approche plus cohérente consiste à fournir des briques communes : standards, données de base, authentification, cartographie, règles d'accès et mécanismes de recours.

Les acteurs privés, coopératifs ou associatifs peuvent ensuite utiliser ces briques. La collectivité garantit l'ouverture de l'infrastructure et protège certaines finalités publiques ; les organisations conservent la possibilité d'expérimenter des services différents.

Cette architecture rejoint le principe de subsidiarité productive développé dans les chapitres précédents. Ce qui peut être décidé localement doit rester local ; ce qui exige une mutualisation doit être porté par une structure fédérale ou publique identifiable. La technique doit suivre cette répartition au lieu de l'annuler.

18. Objection : les plateformes ne font que faciliter des échanges volontaires

L'objection est importante. Un vendeur choisit souvent librement de rejoindre une place de marché ; un chauffeur peut préférer une application à un emploi fixe ; un client peut utiliser

un autre service. Il serait excessif de décrire chaque interaction comme une contrainte.

Mais un échange volontaire n'implique pas une égalité de pouvoir sur ses règles. Un participant peut consentir à un contrat parce que l'infrastructure concentre l'accès au marché. La question n'est pas de nier le consentement, mais d'observer ce qui peut réellement être négocié.

Une démocratie économique n'exige pas que toutes les relations soient parfaitement symétriques. Elle exige que les pouvoirs structurants aient des limites, des procédures et des contre-pouvoirs. Plus une plateforme devient difficile à éviter, plus les obligations de transparence, de portabilité et de recours deviennent justifiées.

19. Objection : les travailleurs préfèrent la flexibilité à la protection

Cette objection contient une vérité. Beaucoup de travailleurs apprécient la possibilité de choisir leurs horaires. Une réforme qui transformerait toute activité flexible en emploi rigide pourrait détruire une qualité réelle du modèle.

Mais flexibilité et protection ne sont pas logiquement opposées. Il est possible d'imaginer des droits sociaux portables, une assurance mutualisée, des règles minimales de revenu, un droit de déconnexion et des procédures de contestation sans imposer le même emploi du temps à tous. La difficulté est institutionnelle : qui finance ces protections, comment éviter que leur coût n'exclue les travailleurs occasionnels et comment empêcher les entreprises de transférer tous les risques ?

La bonne politique ne cherche donc pas à revenir mécaniquement à l'usine du XXe siècle. Elle cherche à conserver la flexibilité lorsque celle-ci est réellement choisie, tout en empêchant qu'elle serve de nom à une subordination sans garanties.

20. Objection : les coopératives ne peuvent pas atteindre l'échelle

Les effets de réseau et l'accès au capital favorisent les grandes plateformes. Cet avantage est réel. Une coopérative locale ne peut pas facilement reproduire les milliards investis dans une infrastructure mondiale.

Mais l'échelle peut être décomposée. Certaines fonctions exigent une grande base commune : protocole, sécurité, recherche, paiements. D'autres bénéficient de la proximité : connaissance du territoire, relations avec les travailleurs, médiation des conflits, liens avec les commerces. Une fédération peut combiner ces deux niveaux.

Le modèle coopératif n'a donc pas besoin de prouver qu'une petite application peut remplacer seule une entreprise mondiale. Il doit montrer qu'un réseau de structures peut mutualiser ce qui doit l'être sans concentrer tout le pouvoir. CoopCycle est intéressant précisément parce qu'il explore cette voie.

21. Objection : la transparence algorithmique détruirait le secret commercial

Une exigence de transparence absolue serait effectivement problématique. Publier le code complet d'un système de détection de fraude pourrait faciliter son contournement ; divulguer certains modèles peut exposer des secrets légitimes.

Mais le choix n'est pas entre opacité totale et publication intégrale. On peut exiger une description des critères principaux, des audits indépendants, un accès des représentants des travailleurs à certaines informations, des tests de discrimination et une explication individuelle des décisions importantes.

Le droit européen suit déjà en partie cette voie : le règlement sur l'intermédiation en ligne demande les principaux paramètres de classement sans imposer la divulgation détaillée de l'algorithme. La question devient donc celle du niveau de transparence nécessaire à l'exercice d'un droit concret.

22. Vers une plateforme fédérée

Une plateforme compatible avec le programme kropotkinien ne serait ni un simple monopole public ni une multitude d'applications isolées. Elle ressemblerait davantage à une infrastructure fédérée.

Premier principe : les participants doivent pouvoir comprendre les règles qui déterminent leur activité. Cela ne signifie pas que chacun lise le code source, mais que les critères essentiels soient documentés et que les décisions importantes soient explicables.

Deuxième principe : la réputation et les données nécessaires à l'autonomie doivent être portables sous des formes proportionnées. Le droit de sortie doit être réel.

Troisième principe : les travailleurs et entreprises utilisatrices doivent participer à la gouvernance des règles qui affectent directement leur revenu et leur accès au marché.

Quatrième principe : les fonctions techniques communes peuvent être mutualisées. La cybersécurité, le paiement, les standards, la maintenance et certaines données peuvent relever de structures fédérales au service d'unités locales autonomes.

Cinquième principe : la contestation doit être institutionnalisée. Une désactivation, un déclassement ou un litige important ne doit pas être traité seulement par une succession de formulaires automatiques.

Sixième principe : les effets territoriaux doivent entrer dans la décision. Une plateforme de transport ou de livraison agit sur le trafic, l'espace public, le commerce et les conditions de travail. Les collectivités ont donc une légitimité à fixer certaines règles communes.

Enfin, la plateforme doit accepter la possibilité du pluralisme. Une infrastructure vraiment ouverte ne devrait pas chercher à devenir l'unique porte d'entrée vers toute activité. Elle doit pouvoir coexister avec d'autres services, partager certains standards et permettre aux participants d'en utiliser plusieurs.

Conclusion — La manufacture a perdu ses murs, pas la question du pouvoir

La plateforme numérique a rendu possibles des formes de coordination que Kropotkine ne pouvait imaginer : une personne peut vendre à l'échelle mondiale depuis un atelier local, un chauffeur peut rencontrer un passager sans centrale téléphonique, un collectif peut partager un logiciel à travers plusieurs pays. Ces capacités répondent partiellement à son intuition d'une production plus distribuée.

Mais la dispersion matérielle ne garantit pas la décentralisation du pouvoir. Une entreprise peut ne posséder ni voitures ni restaurants tout en contrôlant l'accès aux clients, les prix, la réputation, les données et les règles de travail. La manufacture devient alors une architecture invisible : les murs sont remplacés par le compte utilisateur, le contremaître par le management algorithmique, la pointeuse par les données et la porte de l'usine par la possibilité de désactiver un profil.

La réponse ne consiste pas à supprimer l'interface. Les plateformes résolvent de véritables problèmes de coordination. Elle consiste à transformer leur statut institutionnel. Les règles doivent devenir contestables ; les données nécessaires à l'autonomie doivent être accessibles ; les travailleurs et les entreprises utilisatrices doivent pouvoir participer aux décisions ; la réputation doit cesser d'être une captivité ; les infrastructures communes doivent pouvoir être mutualisées ou fédérées.

La question centrale reste ainsi la même qu'au temps de la grande industrie : la machine sert-elle à élargir les capacités de ceux qui travaillent et échangent, ou à concentrer le pouvoir de ceux qui la contrôlent ? Dans la plateforme, cette question est plus difficile à voir parce que le commandement prend la forme d'une interface confortable. C'est précisément pourquoi elle doit être rendue visible.

Notes et références du chapitre 5

1. Organisation internationale du Travail, World Employment and Social Outlook 2021: The role of digital labour platforms in transforming the world of

work, Genève, 2021. Le rapport s'appuie notamment sur des enquêtes et entretiens auprès d'environ 12 000 travailleurs et de 85 entreprises et examine les modèles économiques, l'organisation algorithmique du travail et les réponses réglementaires.

2. Règlement (UE) 2019/1150 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2019, relatif à l'équité et à la transparence pour les entreprises utilisatrices de services d'intermédiation en ligne. Voir notamment l'article 5 sur les principaux paramètres de classement et les dispositions sur les possibilités de recours.

3. Cour suprême du Royaume-Uni, *Uber BV and others v Aslam and others* [2021] UKSC 5, 19 février 2021. La Cour confirme dans cette affaire le statut de « workers » des chauffeurs concernés et insiste sur l'analyse des conditions réelles de contrôle plutôt que sur la seule qualification contractuelle.

4. Directive (UE) 2024/2831 du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2024 relative à l'amélioration des conditions de travail dans le cadre du travail via une plateforme. Elle traite du statut professionnel, du management algorithmique, de la supervision humaine et de la contestation des décisions automatisées.

5. Conseil de l'Union européenne, « Travailleurs des plateformes : le Conseil adopte de nouvelles règles pour améliorer leurs conditions de travail », 14 octobre 2024. Le Conseil indiquait alors que plus de 28 millions de personnes travaillaient via des plateformes numériques dans l'Union européenne.

6. Commission européenne, décision du 20 décembre 2022 relative aux engagements d'Amazon dans les affaires AT.40462 Amazon Marketplace et AT.40703 Amazon Buy Box. Les engagements portent notamment sur l'usage de données non publiques de vendeurs, le traitement des offres dans la Buy Box et certaines conditions d'accès à Prime.

7. Commission européenne, règlement sur les marchés numériques — Digital Markets Act — et documentation relative à l'accès aux données et à l'interopérabilité. Le DMA traite certains grands services comme des « contrôleurs d'accès » et impose des obligations spécifiques visant la contestabilité des marchés numériques.

8. Cour suprême de Californie, *Castellanos v. State of California*, décision du 25 juillet 2024, concernant la Proposition 22 et le statut des conducteurs de plateformes concernés. Le cas illustre une architecture juridique différente de celle retenue au Royaume-Uni et dans l'Union européenne.

9. CoopCycle, documentation institutionnelle et présentation de la fédération, 2026. CoopCycle indique fédérer des coopératives et structures de l'économie sociale de cyclologistique, mutualiser logiciel, hébergement, formation et développement, avec une gouvernance où chaque membre dispose d'une voix.

10. Platform Cooperativism Consortium, « Post-Mortem for Ampled », 12 mai 2024, et « Lessons from Failed Platform Co-ops », 26 mars 2024. Le retour d'expérience souligne notamment les difficultés de financement, d'acquisition d'utilisateurs, de différenciation du produit et la dépendance au travail bénévole dans certaines expériences coopératives.

11. Platform Cooperativism Consortium, ressources sur les plateformes coopératives et leur définition : propriété partagée, gouvernance démocratique, co-conception et contrôle des infrastructures par les travailleurs ou utilisateurs concernés.
12. Commission européenne, documentation du Digital Markets Act sur l'accès aux données, 2025-2026. Le cadre prévoit notamment des droits d'accès ou de portabilité pour certaines catégories de données détenues par les contrôleurs d'accès.
13. Commission européenne, documentation du Digital Markets Act sur l'interopérabilité, 2025-2026. L'objectif déclaré est de réduire certaines dépendances aux écosystèmes fermés et de permettre à des services tiers d'interagir avec des fonctionnalités contrôlées par les gatekeepers dans les cas prévus par le règlement.
14. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops*, 1899 ; édition révisée *Fields, Factories and Workshops Tomorrow*, 1912. L'usage qui en est fait ici est une actualisation : la plateforme n'existait évidemment pas chez Kropotkine, mais sa critique de la séparation entre conception, contrôle et exécution fournit le fil directeur de ce chapitre.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET LA NOUVELLE SÉPARATION DES SAVOIRS

Quand la machine travaille avec le langage, la question de la maîtrise devient cognitive.

Introduction — Quand la machine entre dans le travail intellectuel

Lorsque Kropotkine défendait l'union du travail manuel et du travail intellectuel, la séparation qu'il combattait était visible. D'un côté, ceux qui concevaient, administraient, calculaient et décidaient ; de l'autre, ceux qui exécutaient des tâches définies ailleurs. La grande industrie avait donné à cette coupure une forme matérielle : bureaux d'études, direction, atelier, chronométrage, chaîne. L'intelligence artificielle contemporaine déplace cette frontière. Elle n'automatise plus seulement un geste ou un calcul répétitif ; elle intervient dans la rédaction, la traduction, la programmation, la recherche documentaire, le diagnostic assisté, le dessin, la classification et la production d'images. Elle travaille avec les signes qui servaient précisément à distinguer le « travail de l'esprit » du travail d'exécution.

Cette évolution ne signifie pas que la machine pense comme un être humain ni qu'un modèle possède, par le seul fait de produire du langage, les formes de compréhension, de responsabilité ou d'expérience que nous attribuons à une personne. La question politique n'exige pas de résoudre d'abord cette querelle philosophique. Un système peut modifier profondément l'organisation du travail sans être un sujet. Une machine-outil n'avait pas besoin d'être ouvrière pour transformer l'atelier ; un modèle statistique n'a pas besoin d'être juriste ou professeur pour changer la manière dont un juriste ou un professeur travaille.

Le problème décisif est donc organisationnel. Qui construit les modèles ? Qui possède les centres de calcul, les données, les

interfaces et les droits d'usage ? Qui définit les objectifs auxquels ils sont appliqués ? Qui peut vérifier une réponse, suspendre un système ou contester une décision ? À qui revient le temps économisé ? Qui supporte les erreurs ? Quels savoirs humains disparaissent lorsque l'outil devient la voie normale d'accomplissement d'une tâche ? Et quelles nouvelles capacités peuvent, au contraire, être diffusées lorsque la technique est placée au service de l'apprentissage et de l'autonomie ?

L'intelligence artificielle concentre ainsi plusieurs problèmes déjà rencontrés dans ce livre. Elle est une machine, mais une machine informationnelle. Elle est une plateforme, mais une plateforme capable de produire une partie du contenu qu'elle organise. Elle est une infrastructure, car d'autres activités viennent dépendre de ses modèles et de ses interfaces. Elle est enfin une nouvelle forme de division du savoir : quelques organisations peuvent maîtriser l'entraînement, les ressources de calcul et l'architecture des systèmes, tandis qu'une population beaucoup plus large apprend à formuler des requêtes, vérifier des sorties ou adapter son travail aux décisions d'outils qu'elle ne peut pas inspecter.

Le programme kropotkinien oblige à déplacer le débat. La question n'est pas seulement : combien d'emplois l'IA va-t-elle détruire ? Elle est : l'IA élargit-elle la capacité de comprendre, de fabriquer, d'apprendre et de décider, ou installe-t-elle une nouvelle classe de propriétaires de l'intelligence productive ? La réponse ne se trouve pas dans la technologie seule. Elle dépend des institutions qui organisent son accès, son contrôle et ses gains.

1. De l'automatisation des gestes à l'automatisation des tâches cognitives

Les grandes vagues d'automatisation industrielle ont d'abord mécanisé la force, la répétition et le calcul. La machine à vapeur, le moteur électrique, la commande numérique ou le logiciel de gestion ont déplacé des quantités immenses de travail humain. Mais le langage ordinaire, la rédaction, l'interprétation de documents, la programmation ou la synthèse d'informations

restaient souvent associés à des travailleurs qualifiés. Les modèles génératifs ont rendu automatisables ou assistables des fragments de ces activités.

Il faut cependant parler de tâches plutôt que de métiers. Un métier est un assemblage de gestes, de connaissances, de relations, de responsabilités et de situations. Même lorsqu'un système devient très performant sur une tâche, le reste de l'activité peut demeurer humain, se transformer ou devenir plus important. L'Organisation internationale du Travail insiste sur cette distinction dans son indice mondial 2025 : l'exposition à l'IA générative mesure un potentiel de transformation des tâches, non une prédiction mécanique de suppressions d'emplois. Son étude estime qu'environ un emploi sur quatre dans le monde présente un certain degré d'exposition, mais conclut que la transformation des professions est, dans l'ensemble, plus vraisemblable que leur automatisation complète.

Cette prudence change la discussion. Supposons qu'un assistant puisse produire une première version d'un contrat. Le métier juridique ne disparaît pas pour autant. Le temps consacré à la rédaction standardisée peut diminuer tandis que deviennent plus importants la vérification, l'interprétation, la négociation, la responsabilité et l'analyse des situations atypiques. La même logique vaut pour le code informatique, la traduction, l'enseignement ou le support client.

L'enjeu apparaît alors dans la recomposition interne du métier. Certaines tâches peuvent être retirées, d'autres intensifiées, d'autres nouvellement créées. Une organisation peut utiliser l'IA pour élever le niveau moyen de ses travailleurs, ou pour fragmenter davantage les tâches et transformer des professionnels en contrôleurs de sorties produites ailleurs. Ces deux trajectoires sont techniquement compatibles avec le même outil.

Une expérience largement commentée dans le support client illustre cette ambivalence. Brynjolfsson, Li et Raymond ont étudié le déploiement progressif d'un assistant génératif auprès de plus de cinq mille agents. L'accès à l'outil augmente en moyenne la productivité mesurée par les problèmes résolus par heure, avec

des gains particulièrement élevés pour les travailleurs novices et moins performants, alors que les plus expérimentés bénéficient beaucoup moins de l'assistance. Les auteurs suggèrent que le système diffuse vers les novices des pratiques issues des travailleurs les plus performants.

Cette observation peut être lue de deux façons. Dans la première, l'IA démocratise un savoir tacite : un nouveau salarié acquiert plus vite les méthodes de collègues expérimentés. Dans la seconde, l'organisation extrait des régularités produites par l'expérience collective puis les transforme en capital logiciel qui peut, à terme, réduire le pouvoir de négociation de ceux qui avaient développé ces compétences. Les deux phénomènes peuvent coexister. La diffusion d'un savoir et son appropriation ne sont pas contradictoires.

Le problème politique commence donc au moment où l'on demande : qui possède la mémoire ainsi constituée ? Si le savoir collectif des travailleurs est incorporé dans un système contrôlé par l'entreprise, l'augmentation immédiate de leur capacité peut préparer une dépendance future. Si, au contraire, les travailleurs ont accès au système, participent à sa gouvernance et conservent des droits sur les transformations de leur métier, la même technique peut devenir un moyen de diffusion des compétences.

2. L'exposition n'est pas le destin : qui décide de l'automatisation ?

La possibilité technique d'automatiser une tâche ne décide pas de son automatisation réelle. Une entreprise peut conserver un humain pour des raisons de qualité, de responsabilité juridique, de relation, de confiance ou de simple préférence des usagers. Elle peut au contraire automatiser une tâche imparfaitement parce que l'économie réalisée lui paraît supérieure au coût des erreurs. Entre capacité technique et organisation effective se trouvent des décisions.

Cette distinction est essentielle pour éviter deux erreurs symétriques. La première consiste à annoncer une disparition massive des métiers à partir de démonstrations de laboratoire. La

seconde consiste à nier les risques au motif qu'une profession contient toujours des tâches non automatisables. Un métier peut rester officiellement présent tout en changeant radicalement de contenu, de rémunération et d'autonomie.

La mesure pertinente est donc moins le nombre de titres d'emploi supprimés que la transformation de la composition du travail. Qui choisit l'ordre des tâches ? Qui fixe le rythme ? Qui surveille la performance ? Qui peut modifier une recommandation ? Combien de temps est accordé à la vérification ? Un professionnel qui doit valider vingt fois plus de dossiers grâce à l'IA peut conserver son titre tout en perdant la possibilité matérielle d'exercer son jugement.

Les indicateurs d'exposition doivent eux-mêmes être interprétés avec prudence. Ils estiment ce qu'un système pourrait accomplir à partir de descriptions de tâches. Ils ne mesurent pas directement les coûts d'intégration, les contraintes de données, les erreurs rares, le contexte social ni les choix institutionnels. L'OIT rappelle en 2026 que ces indices sont des signaux de changement possible et non des prévisions d'emplois détruits. Cette précaution est particulièrement importante lorsque la technologie évolue rapidement et que les organisations apprennent encore à l'utiliser.

Le vocabulaire d'« augmentation » et d'« automatisation » peut aussi devenir trompeur s'il est utilisé sans décrire le pouvoir. Une augmentation technique n'est pas nécessairement une augmentation politique. Un travailleur peut accomplir davantage grâce à un système tout en devenant plus dépendant d'une infrastructure qu'il ne contrôle pas. À l'inverse, l'automatisation d'une tâche pénible peut augmenter son autonomie si elle lui rend du temps et lui permet de choisir ce qu'il en fait.

Il faut donc ajouter une troisième catégorie : l'organisation de l'automatisation. Un même niveau d'automatisation peut être accompagné soit d'une réduction du temps de travail, soit d'une intensification ; soit d'une montée en qualification, soit d'une déqualification ; soit d'un partage des gains, soit d'une concentration du revenu. La politique commence précisément là où la technique ne détermine plus seule le résultat.

3. La concentration du calcul : la nouvelle usine invisible

L'image d'une intelligence artificielle dématérialisée masque une infrastructure lourde. Les modèles les plus avancés sont produits à partir de centres de données, de réseaux électriques, de processeurs spécialisés, de systèmes de refroidissement, de chaînes d'approvisionnement et de capitaux considérables. Le langage est léger à l'écran ; son infrastructure ne l'est pas.

Cette matérialité contribue à concentrer la capacité de construire les modèles de frontière. Le Stanford AI Index 2025 relève que près de 90 % des modèles remarquables publiés en 2024 proviennent de l'industrie, contre environ 60 % l'année précédente. L'université continue à jouer un rôle majeur dans la recherche fondamentale et les publications très citées, mais la capacité à entraîner les systèmes les plus coûteux migre vers des entreprises disposant de calcul, de données, d'ingénieurs et d'accès privilégié aux infrastructures.

Le phénomène rappelle une vieille dynamique industrielle. Une machine peut d'abord être un outil relativement accessible, puis son coût et sa complexité créent une séparation entre ceux qui disposent du capital nécessaire et ceux qui louent l'accès à la capacité. Avec l'IA, cette séparation concerne une puissance cognitive instrumentale : génération de texte, reconnaissance, prédiction, traduction ou aide à la conception. Une petite organisation peut bénéficier d'un modèle puissant à faible coût d'usage, tout en étant incapable de reproduire l'infrastructure dont elle dépend.

La chute spectaculaire du prix d'inférence renforce ce paradoxe. Selon le même AI Index, le coût d'interroger un modèle atteignant une performance comparable à GPT-3.5 sur un benchmark courant a chuté de plus de deux cents fois entre fin 2022 et fin 2024. L'accès au service devient donc beaucoup plus diffus alors que la construction des modèles les plus avancés reste concentrée. C'est une décentralisation de l'usage combinée à une centralisation de la production.

Cette structure n'est pas nécessairement stable. Des modèles plus petits, l'efficacité algorithmique, les architectures spécialisées et les logiciels ouverts peuvent réduire certaines barrières. Mais la concentration ne vient pas seulement du nombre de paramètres. Elle tient aussi aux données, au recrutement, aux infrastructures cloud, aux puces, à l'intégration dans des produits existants et au capital permettant d'absorber les coûts de recherche. Une politique de décentralisation cognitive doit donc regarder toute la chaîne, pas seulement la licence du modèle.

La question énergétique rend encore plus visible cette infrastructure. Le rapport Energy and AI de l'Agence internationale de l'énergie rappelle qu'il n'existe pas d'IA sans électricité pour les centres de données et analyse la croissance attendue de cette demande. Le sujet ne se réduit pas à savoir si un modèle consomme « trop » ou « peu » en valeur absolue. Il faut demander quels réseaux électriques sont mobilisés, quelles régions accueillent les centres de données, qui finance les nouvelles capacités, quelles ressources en eau ou en refroidissement sont utilisées et qui bénéficie du service produit.

L'ancienne usine pouvait être localisée sur une carte. La nouvelle usine cognitive est distribuée entre mines, fabricants de semi-conducteurs, centres de données, câbles, fournisseurs cloud, développeurs et utilisateurs. Elle paraît immatérielle parce que son interface se présente sous forme de mots. Mais son économie reste une économie de ressources et d'infrastructures.

4. Le travail invisible derrière la machine autonome

L'autonomie apparente d'un système d'intelligence artificielle repose sur du travail humain à de nombreuses étapes. Des personnes collectent, nettoient, classent, annotent et valident des données. D'autres testent des réponses, signalent des contenus dangereux, évaluent des préférences, corrigent des erreurs ou produisent des exemples. L'OIT souligne que cette main-d'œuvre de l'IA se chiffre vraisemblablement en dizaines de millions de personnes, même si aucun décompte précis n'est disponible, et

qu'une part importante du travail est effectuée dans le Sud global, sur des plateformes de microtravail ou dans des entreprises de sous-traitance.

Ce travail reste facilement invisible pour trois raisons. Premièrement, l'utilisateur ne voit que l'interface finale. Deuxièmement, la rhétorique de l'automatisation tend à attribuer au modèle ce qui résulte d'une chaîne d'apprentissage et de correction. Troisièmement, la sous-traitance fragmente les responsabilités : une entreprise peut commander un service de données à un prestataire qui mobilise lui-même des travailleurs répartis dans plusieurs pays.

La situation rappelle l'histoire industrielle de la sous-traitance. Une activité centrale peut être déplacée juridiquement hors de l'entreprise sans cesser d'être fonctionnellement indispensable. Les risques, la pénibilité et la précarité peuvent être externalisés tandis que la valeur économique réapparaît dans un produit vendu comme hautement automatisé.

Il ne faut toutefois pas homogénéiser tous les travailleurs de la donnée. Certains effectuent des microtâches simples ; d'autres mobilisent des compétences linguistiques, scientifiques ou professionnelles importantes. L'entraînement et l'évaluation de modèles spécialisés peuvent nécessiter des juristes, médecins, programmeurs ou experts de domaine. La question n'est donc pas seulement celle du « clic mal payé ». Elle concerne la manière dont un système transforme des connaissances humaines en ressource technique.

Une politique juste doit rendre cette chaîne visible. Cela implique au minimum la traçabilité des catégories de travail mobilisées, des standards contractuels, des procédures de recours, des protections contre l'exposition à des contenus traumatisants, des règles de rémunération et une capacité de négociation collective. Si le produit dépend de millions de microcontributions dispersées, la dispersion ne devrait pas servir à rendre les contributeurs politiquement inexistants.

Le problème touche aussi le travail non explicitement rémunéré. Les interactions avec des services numériques peuvent

produire des données utilisées pour améliorer les systèmes. Les œuvres publiées en ligne, les corpus scientifiques ou les dépôts de code peuvent alimenter des apprentissages à grande échelle selon des régimes juridiques et techniques complexes. Toutes ces contributions ne sont pas équivalentes ; certaines relèvent d'exceptions légales, d'autres de licences, d'autres encore sont contestées. Mais le principe institutionnel demeure : l'IA dépend d'un patrimoine collectif de textes, d'images, de pratiques et de corrections qu'aucune entreprise n'a produit seule.

La question kropotkinienne prend ici une forme particulièrement nette : comment empêcher qu'une intelligence collective distribuée soit transformée en actif exclusif par quelques organisations ? La réponse ne peut pas être la suppression de tout droit de propriété intellectuelle, pas plus qu'elle ne peut être l'appropriation sans limite de tout ce qui est accessible. Elle exige des règles différenciées sur les usages, les droits, la rémunération, la recherche, les communs et la protection des personnes.

5. La propriété des modèles et la souveraineté de l'infrastructure

Posséder une intelligence artificielle ne signifie pas une seule chose. Une organisation peut posséder le matériel, le code, les poids du modèle, les données d'entraînement, la marque, l'interface ou simplement un contrat donnant accès à une API. Ces couches peuvent appartenir à des acteurs différents. Parler de « modèle ouvert » ou de « modèle propriétaire » sans préciser la couche concernée conduit rapidement à des malentendus.

L'ouverture du code, lorsqu'elle existe, ne garantit pas la possibilité d'entraîner ou même d'exploiter un système à grande échelle. Les poids publiés peuvent rendre l'inférence et l'adaptation beaucoup plus accessibles, mais leur utilisation dépend encore de matériel, de compétences et parfois de licences imposant certaines restrictions. À l'inverse, un service fermé peut offrir un coût faible et une grande facilité d'usage tout en enfermant l'utilisateur dans une dépendance contractuelle.

Pour une école, une administration, un hôpital ou une entreprise locale, la question concrète devient celle de la continuité. Que se passe-t-il si le fournisseur augmente fortement ses tarifs, supprime une fonctionnalité, change sa politique de données ou interrompt un modèle ? Peut-on exporter les documents, les évaluations, les réglages et les historiques nécessaires ? Existe-t-il une alternative ? Les salariés possèdent-ils encore les compétences permettant de travailler en mode dégradé ?

La souveraineté ne suppose pas que chaque commune construise son propre modèle de fondation. Ce serait aussi absurde que d'exiger de chaque atelier qu'il fonde son acier ou fabrique son processeur. Elle suppose une architecture de dépendances maîtrisées. Une organisation peut utiliser une infrastructure mutualisée tout en conservant des formats ouverts, une stratégie de sortie, une documentation et des capacités internes de contrôle.

Le règlement européen sur l'intelligence artificielle commence à reconnaître certaines de ces exigences à l'échelle des modèles d'IA à usage général. Depuis août 2025, les fournisseurs concernés doivent notamment préparer une documentation technique, fournir des informations aux acteurs en aval, mettre en œuvre une politique de respect du droit d'auteur et publier un résumé suffisamment détaillé du contenu utilisé pour l'entraînement. Des obligations supplémentaires s'appliquent aux modèles présentant un risque systémique. Ces règles ne résolvent pas la question de la propriété, mais elles réduisent l'idée qu'un modèle généraliste serait une simple boîte privée sans responsabilité envers l'écosystème qui l'utilise.

Une infrastructure cognitive devient politiquement critique lorsqu'elle sert de base à des milliers d'autres services. À ce niveau, l'objectif n'est pas nécessairement de nationaliser tout modèle, mais d'empêcher qu'une capacité de base puisse être modifiée ou retirée sans droits pour ceux qui en dépendent. Les télécommunications, l'énergie et la finance ont progressivement produit des règles de continuité, de supervision ou

d'interopérabilité. Une économie de l'IA devra probablement développer des équivalents adaptés.

6. La fluidité comme nouvelle forme d'autorité

Une machine industrielle impose son autorité par sa cadence, sa force ou sa place dans la chaîne. Une intelligence artificielle peut imposer la sienne par la fluidité. Une phrase claire, structurée et immédiatement disponible produit une impression de compétence. Cette propriété est utile : elle rend l'outil accessible. Elle est aussi dangereuse lorsqu'elle transforme la forme de la réponse en preuve de sa vérité.

Le risque n'est pas seulement l'« hallucination » au sens technique. Toute organisation humaine produit des erreurs. Le problème spécifique apparaît lorsque le coût très faible de production multiplie la quantité de propositions que les humains doivent vérifier. Si une personne peut générer en quelques secondes un rapport de dix pages mais dispose de cinq minutes pour le relire, la capacité de génération dépasse la capacité de contrôle. L'obligation abstraite de « garder un humain dans la boucle » devient alors vide.

Un contrôle humain réel exige du temps, de la compétence, de l'accès aux sources et le pouvoir de contredire la machine. Si le travailleur est sanctionné lorsqu'il ralentit la cadence pour vérifier, il n'est pas responsable au sens fort ; il sert de signature finale à une décision produite ailleurs. La responsabilité formelle peut même devenir un mécanisme de transfert du risque : l'organisation bénéficie de l'automatisation et l'humain supporte la faute lorsqu'elle échoue.

Le cadre NIST de gestion des risques de l'IA insiste sur la nécessité de gérer les risques tout au long du cycle de vie, et son profil consacré à l'IA générative détaille des risques spécifiques aux systèmes génératifs. Son intérêt, pour notre propos, tient moins à une liste particulière qu'à une idée institutionnelle : la fiabilité n'est pas une propriété magique du modèle ; elle dépend de procédures de mesure, de gouvernance, de documentation, de surveillance et de réaction aux incidents.

Dans les usages publics ou professionnels, une architecture responsable devrait donc distinguer au moins quatre niveaux : proposition, recommandation, décision et exécution. Un système peut proposer un diagnostic, une traduction ou un classement sans posséder l'autorité de l'imposer. Plus les conséquences sont importantes, plus la transition entre ces niveaux doit être explicite et contestable.

Le droit au recours humain prend ici une signification matérielle. Il ne suffit pas qu'un bouton « contacter un agent » existe si l'agent ne dispose pas des droits, des informations ou du temps nécessaires pour modifier la décision. Un recours est réel lorsque quelqu'un peut comprendre le dossier, remettre en cause la sortie du système et engager l'institution.

Ainsi, la maîtrise cognitive ne consiste pas à exiger que chaque utilisateur sache reconstruire le modèle. Elle consiste à préserver une chaîne de compréhension suffisante pour que l'organisation ne délègue pas son jugement à une infrastructure qu'elle ne peut plus mettre en crise.

7. Déqualification, requalification et perte des chemins d'apprentissage

Les débats sur l'automatisation opposent souvent deux images trop simples : la machine détruit les compétences, ou la machine libère les travailleurs pour des tâches plus qualifiées. En réalité, une technologie peut produire simultanément déqualification et requalification, mais pour des personnes différentes ou à des moments différents.

Lorsqu'une tâche de base est automatisée, un débutant perd parfois l'occasion d'acquérir les gestes qui formaient auparavant son jugement. Un traducteur apprend en traduisant ; un programmeur apprend en déboguant ; un médecin construit son raisonnement en examinant des cas ; un enseignant apprend à expliquer en préparant des cours. Si l'outil fournit immédiatement une solution correcte dans la majorité des situations, la formation peut devenir une activité de validation. Or savoir reconnaître une

bonne réponse n'est pas toujours équivalent à savoir la produire ou à savoir réparer une mauvaise réponse.

Cette difficulté est ancienne. L'autopilote, les logiciels de calcul ou les instruments de navigation ont déjà obligé des professions à conserver des compétences rarement mobilisées. L'IA généralise le problème à de nombreuses tâches cognitives ordinaires. Une capacité peut disparaître non parce qu'elle est officiellement supprimée du programme de formation, mais parce qu'elle n'est plus exercée assez souvent pour rester disponible.

La réponse ne consiste pas à obliger les travailleurs à accomplir manuellement toutes les tâches automatisables. Ce serait confondre apprentissage et archaïsme. Il faut plutôt identifier les compétences de reprise : celles qui deviennent décisives lorsque l'automatisation échoue, lorsque le cas sort de la norme ou lorsque l'organisation doit changer d'outil.

Des périodes de travail sans assistance, des exercices de diagnostic, des simulations de panne, des revues collectives d'erreurs et une documentation accessible peuvent maintenir cette capacité. Leur coût doit être assumé comme un coût d'infrastructure. Une entreprise qui supprime tout entraînement non directement productif augmente son rendement immédiat au prix d'une fragilité différée.

L'IA peut également requalifier. Un artisan peut accéder à des outils de conception auparavant réservés à un bureau spécialisé ; un chercheur peut explorer plus rapidement une littérature ; une petite association peut traduire des documents ; un travailleur novice peut bénéficier d'une aide contextuelle. La diffusion de capacité est réelle. Mais elle devient durable seulement si l'utilisateur comprend suffisamment l'outil pour ne pas être réduit à son opérateur.

Le critère est donc celui de la progression d'autonomie. Après plusieurs mois d'usage, l'utilisateur est-il plus capable de formuler un problème, de vérifier une réponse, de choisir une méthode et de travailler lorsque l'outil manque ? Ou est-il seulement plus rapide tant que l'interface fonctionne ? Une technologie éducative au sens fort devrait augmenter la première capacité.

8. Éducation : assistance à l'apprentissage ou court-circuit du savoir ?

L'école constitue un cas particulièrement révélateur, car sa finalité n'est pas seulement de produire des réponses. Un élève qui obtient immédiatement la solution d'un exercice n'a pas nécessairement acquis la capacité que l'exercice devait former. Dans le travail productif, le résultat peut parfois suffire ; dans l'apprentissage, le chemin fait partie du résultat.

Cette différence oblige à concevoir des usages spécifiques. Un système peut fournir un exemple supplémentaire, reformuler une explication, proposer une difficulté graduée, simuler un interlocuteur ou aider un enseignant à préparer des variantes. Il peut aussi produire le devoir entier et transformer l'évaluation en détection imparfaite d'un usage interdit.

Interdire absolument l'outil est difficile dès lors qu'il devient une infrastructure sociale courante. L'intégrer sans repenser les objectifs est tout aussi fragile. Il faut distinguer ce qui doit être mémorisé, ce qui doit être compris, ce qui doit être exercé sans assistance et ce qui peut être délégué. Cette hiérarchie varie selon l'âge, la discipline et la finalité.

Kropotkine critiquait une éducation séparant la tête de la main. L'IA peut reproduire une nouvelle séparation : la tête elle-même est divisée entre celui qui pose une question et le système qui produit le raisonnement. Une pédagogie émancipatrice ne peut donc pas seulement apprendre à « bien prompter ». Elle doit apprendre à observer les limites du modèle, rechercher des sources, comparer plusieurs méthodes, expliquer une réponse et produire sans assistance lorsque la compétence visée l'exige.

L'école peut devenir l'un des lieux où la société apprend collectivement à maintenir une souveraineté cognitive. Cela suppose que les enseignants disposent eux-mêmes de temps, de formation et de droits sur les outils utilisés. Une adoption imposée par la seule logique de réduction des coûts ferait de l'éducation le laboratoire de sa propre déqualification.

Le meilleur usage pédagogique de l'IA n'est peut-être pas celui qui évite l'effort, mais celui qui rend l'effort plus précisément

orienté : aide à identifier l'erreur, proposition d'un contre-exemple, variation d'un exercice, simulation d'un débat, traduction d'une explication dans un autre registre. L'outil devient alors un partenaire d'entraînement plutôt qu'un substitut à l'acquisition.

9. Management algorithmique : lorsque l'IA ne fait pas le travail mais gouverne celui qui le fait

L'intelligence artificielle transforme le travail de deux manières différentes. Elle peut accomplir une partie de la tâche ; elle peut aussi organiser le travail humain. Le management algorithmique appartient à cette seconde catégorie : affectation des tâches, mesure de performance, prévision des besoins, planification des horaires, surveillance ou évaluation.

Cette forme de pouvoir prolonge les mécanismes étudiés dans les chapitres sur la logistique et les plateformes. Mais l'IA peut les généraliser à des bureaux, des services, des hôpitaux ou des administrations. Le salarié n'est pas remplacé par la machine ; son activité est continuellement traduite en données puis réorganisée par un système.

Une enquête de l'OCDE publiée fin 2025 auprès d'employeurs dans plusieurs pays montre que le management algorithmique est déjà largement utilisé dans les lieux de travail étudiés. Les managers interrogés perçoivent souvent des gains de qualité dans leurs décisions, tout en signalant des préoccupations : responsabilité peu claire, difficulté à suivre la logique des outils et protection insuffisante de la santé des travailleurs. L'OCDE souligne également le rôle de la consultation des travailleurs pour réduire les risques et améliorer l'acceptation.

La consultation ne doit cependant pas être réduite à une présentation après achat. Pour être réelle, elle doit intervenir avant le déploiement et porter sur les objectifs, les données collectées, les indicateurs, les droits d'accès, la contestation et la possibilité d'arrêter le système. Un indicateur de productivité peut sembler neutre tout en transformant profondément le travail s'il devient la base automatique des sanctions ou des primes.

L'IA peut aussi créer une asymétrie épistémique. La direction dispose de tableaux de bord portant sur des milliers de travailleurs ; chaque travailleur ne voit qu'une partie de ce qui est mesuré et ignore parfois le modèle qui transforme ses données en score. Cette asymétrie rend difficile la contestation. Une gouvernance démocratique du travail exige donc des droits d'information et d'audit qui ne soient pas réservés aux seuls propriétaires du système.

Le problème rejoint le cœur de ce livre : une production réellement décentralisée ne consiste pas à disperser les travailleurs tout en centralisant davantage les informations qui les commandent. Elle exige que les instruments de coordination soient eux-mêmes soumis à des formes de contrôle partagé.

10. Le gain de productivité n'a pas de propriétaire naturel

Lorsqu'une innovation permet de produire en une heure ce qui demandait auparavant deux heures, une capacité est libérée. Cette capacité supplémentaire n'indique pas elle-même ce qu'il faut en faire. Elle peut devenir profit, baisse de prix, réduction du temps de travail, amélioration de la qualité, production supplémentaire ou suppression de postes.

L'histoire industrielle montre que ces choix sont institutionnels. Les gains de productivité du XXe siècle n'ont pas automatiquement produit congés, retraites, sécurité sociale ou réduction du temps de travail. Ces transformations sont issues de conflits, de négociations, de politiques publiques et de rapports de force. Rien ne permet de supposer que les gains liés à l'IA suivront spontanément une trajectoire plus égalitaire.

Cette question est particulièrement importante lorsque le système a été construit à partir de savoirs collectifs. Si un modèle augmente la productivité d'un service en incorporant des pratiques issues de milliers de travailleurs, il est difficile de soutenir que tout le surplus appartient naturellement au propriétaire de l'infrastructure. La propriété juridique peut être claire ; la justification politique de la distribution reste ouverte.

Plusieurs mécanismes sont possibles. Les accords collectifs peuvent prévoir des droits à la formation, des garanties d'emploi, un partage des gains ou une réduction du temps. Des régimes fiscaux peuvent récupérer une partie des rentes concentrées. Des services publics peuvent utiliser l'automatisation pour accroître la qualité plutôt que réduire uniquement les effectifs. Des coopératives peuvent décider collectivement de la destination du temps économisé.

Il faut aussi distinguer productivité individuelle et productivité sociale. Un système peut augmenter le nombre de dossiers traités par salarié tout en créant davantage d'erreurs, de recours, de dépendance ou de consommation énergétique ailleurs. Une mesure sérieuse doit intégrer les coûts déplacés. La rapidité apparente ne devient un gain social que lorsque la chaîne entière s'améliore.

Le programme kropotkinien ne fournit pas une formule comptable unique de partage. Il fournit un critère : la technique doit augmenter la capacité commune et le temps disponible, pas simplement renforcer la position de ceux qui possèdent déjà l'infrastructure productive. Appliqué à l'IA, ce principe conduit naturellement à remettre le temps de travail au centre du débat.

11. L'IA comme commun : au-delà du mot « ouvert »

L'idée d'une intelligence artificielle comme commun est séduisante parce qu'elle promet de sortir du choix entre monopole privé et administration centralisée. Mais le mot « commun » devient vide s'il signifie seulement que des fichiers peuvent être téléchargés.

Un commun est une ressource avec une communauté, des règles, des droits d'accès, des obligations de maintenance et des mécanismes de décision. Dans le cas de l'IA, la ressource peut comprendre des modèles, des jeux de données, des outils d'évaluation, du calcul, de la documentation et des infrastructures d'hébergement. Chacune de ces couches pose des problèmes différents.

La publication des poids d'un modèle peut favoriser l'expérimentation, la recherche indépendante, l'adaptation locale et la continuité. Elle peut également faciliter certains usages dangereux ou déplacer vers l'utilisateur la responsabilité de sécuriser le système. Les données ouvertes peuvent favoriser la recherche mais exposer des personnes ou reproduire des appropriations injustes. Il faut donc abandonner l'idée que l'ouverture maximale est toujours équivalente au bien commun.

Une architecture de commun cognitif pourrait associer plusieurs régimes. Des données sensibles resteraient protégées ; des données d'intérêt public seraient accessibles sous conditions ; des modèles seraient auditables par des institutions légitimes ; des infrastructures de calcul seraient mutualisées pour la recherche, l'éducation ou les petites organisations ; des communautés d'utilisateurs participeraient à la gouvernance des priorités.

Les universités, bibliothèques, coopératives, fondations et services publics disposent déjà de traditions institutionnelles utiles : conservation, accès, contrôle collégial, mission non lucrative, fédération. Leur faiblesse réside souvent dans le financement et la capacité technique. Une politique du commun doit donc financer des équipes permanentes et des infrastructures, pas seulement publier des codes puis espérer qu'une communauté apparaisse.

L'analogie avec les communs d'Ostrom est éclairante à condition de ne pas être mécanique. Les modèles numériques ne sont pas des pâturages : leur usage n'est pas rival de la même manière, leurs coûts se situent surtout dans la production, le calcul et la maintenance, et leur diffusion peut créer des externalités nouvelles. Mais la leçon institutionnelle demeure : ni la propriété publique, ni la propriété privée, ni l'ouverture ne garantissent seules une bonne gouvernance. Il faut des règles adaptées à la ressource et aux communautés concernées.

Un commun de l'IA devrait finalement être évalué par la distribution réelle des capacités : combien d'acteurs peuvent comprendre, modifier, auditer, héberger, quitter ou contester le système ? Si l'ouverture juridique laisse toute la capacité pratique entre quelques mains, le commun reste nominal.

12. Vers une infrastructure cognitive fédérée

Une alternative à la concentration totale n'est pas la dispersion totale. Les modèles avancés exigent parfois des moyens qu'une petite collectivité ne peut raisonnablement reproduire. La logique fédérative permet de distinguer les fonctions qui bénéficient de la mutualisation de celles qui doivent rester proches des utilisateurs.

À l'échelle large peuvent être mutualisés : centres de calcul, modèles de base, recherche en sécurité, standards d'évaluation, outils de cybersécurité, bibliothèques de données publiques et infrastructures de conservation. À l'échelle locale peuvent rester : choix des usages, données sensibles, adaptation au métier, règles de recours, priorités de service et décision sur le niveau d'automatisation acceptable.

Cette architecture ressemble davantage à Internet dans son idéal fédéré qu'à une application unique. Plusieurs fournisseurs et institutions peuvent partager des protocoles tout en conservant des gouvernances distinctes. Le but n'est pas d'empêcher les grandes infrastructures, mais d'empêcher qu'elles deviennent des autorités sans sortie possible.

Premier principe : portabilité. Les documents, historiques nécessaires, paramètres et formats doivent pouvoir être transférés selon des règles compatibles avec la vie privée et la sécurité.

Deuxième principe : pluralité des fournisseurs. Une fonction essentielle devrait éviter une dépendance telle qu'un seul acteur puisse interrompre le service sans alternative.

Troisième principe : audit partagé. Les travailleurs, usagers, chercheurs et autorités doivent disposer de voies différenciées pour examiner les systèmes selon leurs responsabilités.

Quatrième principe : compétence locale. Les organisations utilisatrices doivent conserver des personnes capables de comprendre les limites, de conduire des évaluations et de fonctionner en cas de panne.

Cinquième principe : gouvernance des gains. L'adoption doit inclure une décision explicite sur le temps économisé, la formation et les conséquences sur l'emploi.

Sixième principe : droit à la non-automatisation. Dans certaines relations, une communauté peut considérer que la présence et la responsabilité humaines font partie du service lui-même. Refuser une automatisation peut être un choix rationnel de qualité institutionnelle, pas une hostilité générale à la technique.

La fédération ne garantit pas la démocratie ; elle crée seulement une structure où plusieurs centres peuvent exister. Il faut encore des droits, des procédures et des contre-pouvoirs. Mais elle réduit le risque qu'une seule infrastructure cognitive devienne la condition universelle de toute activité.

13. Objection : seuls les plus grands acteurs peuvent garantir la sécurité

Une objection sérieuse affirme que la concentration est le prix de la sécurité. Les modèles avancés exigent des équipes spécialisées, des tests, de la cybersécurité et des investissements que de petites organisations ne peuvent fournir. Fragmenter l'écosystème pourrait multiplier les systèmes mal maintenus et les usages dangereux.

Cette objection est partiellement juste. La décentralisation ne doit pas devenir une doctrine selon laquelle toute petite structure serait nécessairement plus sûre ou plus démocratique. Certaines fonctions exigent des capacités communes importantes.

Mais la conclusion ne suit pas. Une capacité technique centralisée peut être mutualisée sans concentrer toute la gouvernance. L'aviation, la recherche scientifique ou les réseaux électriques utilisent des infrastructures complexes avec plusieurs niveaux de responsabilité, de certification et de contrôle. La question est d'organiser la spécialisation sans transformer les spécialistes en souverains.

La sécurité elle-même bénéficie du pluralisme lorsque des chercheurs indépendants peuvent tester les systèmes, lorsque plusieurs fournisseurs existent et lorsqu'une institution dispose d'un plan de sortie. Un monopole peut posséder davantage de compétences internes tout en créant un risque systémique supérieur par sa position dominante.

La bonne opposition n'est donc pas petit contre grand. Elle est pouvoir concentré sans recours contre capacité mutualisée sous gouvernance pluraliste.

14. Objection : l'ouverture détruit l'incitation à investir

Une seconde objection soutient que les modèles coûtent cher et que les entreprises n'investiront pas si leurs innovations deviennent immédiatement communes. La difficulté est réelle. Une politique du commun ne peut pas supposer que le calcul, les ingénieurs et les données apparaissent gratuitement.

Mais entre secret absolu et gratuité intégrale existe un large espace institutionnel. Les brevets, les licences, les achats publics, les prix, les consortiums, les fondations, le financement de recherche et les obligations d'interopérabilité combinent déjà incitation et diffusion dans d'autres secteurs. Le choix du régime dépend de ce que l'on veut encourager et des effets de dépendance qu'il crée.

Les investissements privés peuvent continuer à jouer un rôle important. La question est de savoir si l'investissement donne un droit illimité sur une infrastructure devenue socialement essentielle. Lorsque les effets de réseau et les coûts fixes créent une position durable, des obligations supplémentaires deviennent justifiables.

Le programme proposé ici ne cherche donc pas à abolir l'entreprise. Il cherche à empêcher que l'entreprise soit le seul lieu de décision sur une capacité construite à partir d'infrastructures publiques, de recherche collective, de données sociales et de travail distribué.

15. Objection : la vitesse de l'innovation rend la gouvernance impossible

On affirme souvent que la réglementation arrive toujours trop tard. Les modèles évoluent rapidement, les usages changent, et une règle détaillée peut être dépassée avant son entrée en vigueur. C'est vrai pour certaines prescriptions techniques.

Mais beaucoup de principes ne dépendent pas d'une architecture précise : documenter un système, identifier les responsables, permettre la contestation, protéger les données, maintenir des compétences de reprise, associer les travailleurs aux transformations de leur activité. Ces exigences restent pertinentes lorsque le modèle change.

Une bonne gouvernance doit donc être plus fonctionnelle que technologique. Elle fixe des droits, des responsabilités et des résultats attendus, puis adapte les normes techniques. Le règlement européen sur l'IA suit en partie cette logique par des catégories de risque et des obligations différenciées, même si son efficacité dépendra de la mise en œuvre et de la capacité réelle des autorités à contrôler les systèmes.

La vitesse est surtout un argument contre les institutions trop rigides, pas contre toute institution. Des organismes capables d'apprendre, de publier des orientations, d'enquêter sur les incidents et de réviser leurs normes peuvent suivre une technologie mouvante mieux qu'une absence de règles corrigée seulement après les dommages.

16. Réunir de nouveau le cerveau et la main

Kropotkine ne défendait pas la nostalgie du travail manuel. Il voulait empêcher la spécialisation sociale de devenir une mutilation : certains condamnés à l'exécution sans compréhension, d'autres séparés de la production matérielle qu'ils dirigeaient. L'intelligence artificielle rend possible une nouvelle mutilation, plus discrète. Un professionnel peut rester devant un écran, parler le langage de son métier et pourtant perdre progressivement la capacité de produire, vérifier ou contester ce que l'outil lui fournit.

Réunir le cerveau et la main signifie aujourd'hui maintenir un circuit entre compréhension et action. Le travailleur doit pouvoir formuler le problème, comprendre les critères essentiels, observer les conséquences et intervenir sur la manière dont le système organise son travail. Il n'a pas besoin de connaître chaque paramètre d'un réseau neuronal, pas plus qu'un conducteur n'a

besoin de fabriquer son moteur. Mais il doit savoir quand l'instrument cesse d'être fiable, comment le contester et comment poursuivre l'activité.

Cette exigence vaut également pour les ingénieurs. La concentration du développement peut produire l'inverse de la vieille séparation : des spécialistes extrêmement compétents sur une couche technique mais éloignés des situations sociales où leurs systèmes sont utilisés. Réunir cerveau et main signifie alors rapprocher la conception des métiers, des territoires et des personnes affectées.

La participation ne doit pas être décorative. Des travailleurs et usagers peuvent contribuer à définir les critères d'évaluation, signaler les cas qui échappent aux métriques, déterminer les situations où une décision humaine est obligatoire et décider de la destination d'une partie des gains. La connaissance d'usage devient ainsi une composante de la gouvernance technique.

L'intelligence artificielle offre une possibilité que Kropotkine aurait reconnue : diffuser rapidement des connaissances, donner à de petites unités accès à des capacités autrefois réservées à de grandes organisations, rapprocher conception et fabrication. Elle offre simultanément la possibilité inverse : concentrer les modèles et transformer des millions de travailleurs en périphérie d'une infrastructure cognitive possédée ailleurs. Le conflit n'est donc pas entre l'IA et l'humain. Il est entre deux organisations possibles de la puissance technique.

Conclusion — Qui possédera l'intelligence productive ?

L'intelligence artificielle n'abolit pas la question sociale de la machine ; elle la déplace au cœur du savoir. Les premières machines industrielles ont concentré la force motrice et réorganisé les gestes. Les modèles contemporains peuvent concentrer des capacités de rédaction, d'analyse, de classement et de conception. Leur puissance vient à la fois d'infrastructures matérielles immenses et de connaissances produites par des générations de travailleurs, chercheurs, auteurs et usagers.

Il serait aussi faux de réduire cette technologie à une machine de domination que de la présenter comme une émancipation automatique. Des gains réels sont déjà observables : accélération de certaines tâches, aide aux novices, accès à des capacités de traduction ou de programmation, nouvelles possibilités scientifiques. Mais aucun de ces gains n'indique qui en contrôlera la destination.

Le critère proposé par ce chapitre est simple : une intelligence artificielle est socialement émancipatrice lorsqu'elle augmente les capacités de ceux qui l'utilisent sans leur retirer le pouvoir de comprendre, de contester, d'apprendre et de sortir du système. Elle devient une infrastructure de dépendance lorsque la commodité immédiate détruit progressivement ces capacités ou lorsque les gains sont captés par les propriétaires du calcul et des modèles.

Cela conduit à un programme institutionnel : rendre visible le travail humain de l'IA ; protéger les droits sur les données et les œuvres ; maintenir des compétences de reprise ; imposer des voies de contestation ; développer des standards de portabilité et d'interopérabilité ; mutualiser certaines infrastructures ; associer travailleurs et usagers aux décisions ; distribuer explicitement les gains de productivité ; soutenir des modèles publics, coopératifs et ouverts lorsqu'ils augmentent le pluralisme.

La question finale reste kropotkinienne : la machine permettra-t-elle à davantage de personnes de réunir connaissance et action, ou donnera-t-elle à une minorité le pouvoir de posséder l'intelligence productive de tous les autres ? Cette question ne sera pas tranchée par un benchmark. Elle sera tranchée par les institutions que nous construirons autour de la technique.

Notes et références du chapitre 6

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops*, Londres, 1899 ; édition révisée *Fields, Factories and Workshops Tomorrow*, 1912. Le parallèle avec l'intelligence artificielle est une actualisation : Kropotkine n'a évidemment pas traité cette technologie, mais son opposition à la séparation durable entre « brain work » et « manual work » fournit le fil directeur du chapitre.

2. Organisation internationale du Travail, Pawel Gmyrek et al., *Generative AI and Jobs: A Refined Global Index of Occupational Exposure*, ILO Working Paper 140, Genève, 2025, DOI 10.54394/HETP0387. L'étude travaille à partir de tâches et insiste sur le fait que l'exposition ne doit pas être assimilée à une prévision automatique de pertes d'emplois.
3. OIT, « Un emploi sur quatre à risque de transformation par l'IA générative », 20 mai 2025. Le communiqué résume l'un des résultats centraux : la transformation des emplois est jugée plus probable que le remplacement pur dans la plupart des cas.
4. OIT, *Workers' exposure to AI: What indicators tell us – and what they don't*, 17 avril 2026. Cette note rappelle que les indices d'exposition sont des mesures de potentiel de substitution ou de transformation des tâches et non des prévisions de résultats du marché du travail.
5. Erik Brynjolfsson, Danielle Li et Lindsey R. Raymond, « *Generative AI at Work* », NBER Working Paper 31161, 2023. Étude sur 5 179 agents de support : environ 14 % de gain moyen de productivité, avec des gains sensiblement plus élevés pour les novices et travailleurs initialement moins performants.
6. Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, *AI Index Report 2025*, chapitre Research and Development. Le rapport indique que près de 90 % des modèles remarquables de 2024 provenaient de l'industrie et documente la croissance rapide des besoins de calcul ainsi que la baisse du coût d'inférence.
7. Agence internationale de l'énergie, *Energy and AI*, Paris, 10 avril 2025, licence CC BY 4.0. Le rapport analyse la demande électrique des centres de données, ses trajectoires possibles et les effets de l'IA sur les systèmes énergétiques.
8. Organisation internationale du Travail, portail thématique Artificial Intelligence / Intelligence artificielle, section « AI workforce ». L'OIT souligne le rôle des travailleurs qui étiquettent, classent, nettoient et valident les données et indique que les estimations disponibles se chiffrent en dizaines de millions, sans chiffre mondial précis.
9. OIT, *Artificial intelligence adoption and its impact on jobs*, 31 mai 2025. Le rapport traite à la fois de l'exposition, de la qualité de l'emploi, du management algorithmique et du travail invisible de la donnée.
10. Commission européenne, *AI Act*, obligations applicables aux fournisseurs de modèles d'IA à usage général à partir du 2 août 2025 : documentation technique, information des fournisseurs en aval, politique de droit d'auteur, résumé du contenu d'entraînement ; obligations supplémentaires pour les modèles à risque systémique.
11. Commission européenne, *Guidelines on the scope of obligations for providers of general-purpose AI models under the AI Act*, 18 juillet 2025, et documentation de l'AI Office. Ces lignes directrices précisent le champ des obligations relatives aux modèles à usage général.

12. NIST, Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0), NIST AI 100-1, 2023, et Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile, NIST AI 600-1, 2024. Ces documents sont utilisés ici pour la logique de gouvernance et de gestion des risques, non comme certification de sûreté d'un système particulier.
13. OCDE, « How widespread is algorithmic management in workplaces? », OECD Publishing, 19 décembre 2025. L'enquête porte sur des employeurs en France, Allemagne, Italie, Japon, Espagne et États-Unis et souligne à la fois l'adoption importante de ces outils et les préoccupations relatives à la responsabilité, à l'explicabilité pratique et à la santé des travailleurs.
14. OCDE, Flavio Calvino, Daniel Haerle et Sarah Liu, Is generative AI a General Purpose Technology? Implications for productivity and policy, OECD Artificial Intelligence Papers no 40, 27 juin 2025. Le document replace l'IA générative dans la problématique plus large des technologies à usage général et des investissements complémentaires nécessaires à leurs effets de productivité.
15. OCDE, Flavio Calvino, « Unlocking productivity with generative AI: evidence from experimental studies », 8 juillet 2025. Synthèse d'études expérimentales montrant que les gains varient fortement selon les tâches, les travailleurs et les modalités d'intégration.
16. Elinor Ostrom, *Governing the Commons*, Cambridge University Press, 1990. L'usage dans ce chapitre est analogique et institutionnel : un modèle numérique n'est pas une ressource rivale identique à un pâturage, mais la distinction entre ressource, communauté et règles de gouvernance reste féconde.
17. Langdon Winner, *The Whale and the Reactor*, University of Chicago Press, 1986. La thèse générale selon laquelle les artefacts et infrastructures peuvent incorporer des formes politiques soutient ici l'analyse de l'IA comme organisation du pouvoir autant que comme outil.
18. Ursula Huws, *Labor in the Global Digital Economy*, Monthly Review Press, 2014. Référence pour replacer le travail numérique, l'externalisation et la fragmentation internationale de la main-d'œuvre dans une histoire plus longue que l'IA générative.

TROISIÈME PARTIE

Ce qui rend aujourd'hui la décentralisation possible

L'ATELIER NUMÉRIQUE

Lorsque concevoir, fabriquer, réparer et apprendre peuvent à nouveau se rencontrer.

Introduction — Rapprocher le fichier, la machine et le territoire

Lorsque Kropotkine imaginait une industrie dispersée dans les villes et les campagnes, il ne pouvait pas prévoir l'impression tridimensionnelle, la découpe laser, les microcontrôleurs ou les fichiers de conception circulant par réseau. Il avait pourtant identifié une question qui reste intacte : une machine augmente-t-elle seulement la quantité produite, ou augmente-t-elle aussi la capacité des personnes à comprendre et à transformer leur milieu ? L'atelier numérique rend cette question particulièrement concrète. Une partie des moyens autrefois réservés à des bureaux d'études ou à des usines est devenue assez compacte pour entrer dans une école, une bibliothèque, un atelier municipal, une association ou une petite entreprise.

Ce déplacement n'annonce pas la disparition de l'industrie de grande échelle. Une fraiseuse de bureau ne fabrique pas un train ; une imprimante 3D ne remplace ni une aciérie, ni une usine de semi-conducteurs, ni la chimie fine. L'atelier numérique agit ailleurs : là où la série est courte, la réparation urgente, l'objet spécifique, l'apprentissage important ou la distance au fournisseur coûteuse. Sa force est moins de produire beaucoup que de réduire la distance entre la personne qui rencontre un problème, celle qui conçoit une solution et celle qui la fabrique.

Le mouvement des fablabs a donné une forme institutionnelle à cette possibilité. La Fab Foundation décrit aujourd'hui un réseau de plus de 1 750 laboratoires dans plus de cent pays. La Charte Fab insiste sur quatre dimensions qui comptent davantage que la possession d'une imprimante : accès public, partage d'un noyau de capacités techniques, participation à un réseau de connaissances et responsabilité des usagers envers la sécurité, l'entretien et la

documentation. Le mot laboratoire est donc trompeur si on l'entend comme une simple salle de machines. L'ambition est celle d'une infrastructure de capacité.

Mais cette infrastructure peut échouer. Elle peut devenir un showroom subventionné, un club d'initiés, un service de prototypage pour quelques entreprises ou un atelier dont les machines sont trop coûteuses à maintenir. Elle peut aussi produire des objets dangereux si l'ouverture des plans est confondue avec l'absence de contrôle. Ce chapitre examine donc l'atelier numérique sans en faire une solution magique : ce qu'il peut produire, ce qu'il ne peut pas produire, les conditions économiques de sa durée, les règles de sécurité, la valeur des plans ouverts et la manière dont plusieurs ateliers pourraient former un réseau territorial plutôt qu'une collection de lieux isolés.

1. De la commande numérique au mouvement maker

L'atelier numérique n'est pas né avec l'imprimante 3D de bureau. Il prolonge une histoire plus ancienne de commande numérique. Dès le milieu du XXe siècle, des machines-outils commencent à recevoir des instructions codées permettant de déplacer automatiquement un outil selon une trajectoire définie. Le contrôle numérique puis le contrôle numérique par ordinateur rapprochent progressivement la géométrie abstraite et l'opération matérielle. La différence contemporaine vient de la baisse du coût de certains équipements, de l'informatique personnelle et de la circulation des fichiers.

Au MIT, le Center for Bits and Atoms a rendu célèbre cette convergence avec le cours *How to Make (Almost) Anything* et les premiers fablabs. L'idée n'était pas qu'une machine universelle allait littéralement fabriquer n'importe quel objet. Il s'agissait de réunir plusieurs procédés complémentaires : découpe laser, fraisage numérique, fabrication de circuits, impression 3D, électronique, moulage et outils manuels. Le laboratoire devenait une chaîne courte de conception-fabrication dans laquelle le

même utilisateur pouvait passer du dessin à la pièce, mesurer l'écart, corriger le fichier et recommencer.

Cette boucle a nourri une culture maker plus large, mêlant hackerspaces, ateliers associatifs, bibliothèques, écoles et lieux entrepreneuriaux. Les institutions diffèrent fortement. Certains espaces sont coopératifs et autogérés ; d'autres sont universitaires, municipaux, commerciaux ou intégrés à des entreprises. Il serait donc faux de parler d'un modèle politique unique. Ce qui les rapproche est un abaissement relatif du seuil d'accès à des moyens de prototypage et une culture de l'apprentissage par le faire.

La distinction politique décisive porte alors sur la propriété de la capacité. Un appareil installé dans une entreprise fermée peut utiliser les mêmes technologies qu'un atelier public sans produire les mêmes effets sociaux. À l'inverse, un lieu juridiquement ouvert mais dont les horaires, les tarifs et les codes sociaux découragent la majorité des habitants peut rester très peu public. L'atelier numérique doit être jugé par les capacités réellement distribuées, pas par l'étiquette maker.

2. Ce que les petites machines savent faire - et ce qu'elles ne savent pas faire

La fabrication additive est particulièrement adaptée aux géométries complexes, aux variantes fréquentes et aux petites quantités. Elle permet de modifier un fichier sans construire un nouvel outillage pour chaque version. La FDA souligne par exemple que l'impression 3D permet de produire des dispositifs adaptés à l'anatomie d'un patient et certaines structures internes difficiles à obtenir autrement. La même logique vaut, avec des exigences réglementaires différentes, pour un gabarit de réparation, une pièce de mobilier, un boîtier électronique ou un outil agricole spécialisé.

La découpe laser est efficace pour des formes bidimensionnelles assemblées ensuite ; la fraiseuse numérique travaille par enlèvement de matière et peut atteindre des qualités de surface et des résistances inaccessibles à certaines impressions ; l'électronique programmable permet d'instrumenter un prototype.

La puissance de l'atelier vient donc de la combinaison des procédés. Une seule imprimante 3D posée sur une table ne constitue pas une infrastructure industrielle miniature.

Les limites apparaissent dès que le volume augmente. Une pièce injectée par millions peut coûter beaucoup moins cher qu'une pièce imprimée une à une. Une usine spécialisée amortit des équipements lourds, organise des contrôles répétables et bénéficie d'une logistique de matières que le petit atelier ne reproduit pas. Même dans la fabrication additive industrielle, le coût dépend fortement du taux d'utilisation de la machine, de la préparation, des échecs de fabrication, du post-traitement et du contrôle. Le temps machine inutilisé n'est pas gratuit.

Il faut donc abandonner l'opposition petite production contre grande production. La question pertinente est celle du domaine d'efficacité. L'atelier local excelle lorsque la valeur vient de l'adaptation, de la proximité, de la faible série, de l'urgence ou de l'apprentissage. La grande usine excelle lorsque la standardisation, le débit, la certification lourde ou des procédés très capitalistiques dominent. Une économie décentralisée mature organise la coopération entre ces niveaux au lieu de promettre que chaque quartier refabriquera seul toutes ses machines.

3. Le coût réel d'un atelier : acheter les machines n'est que le début

L'imaginaire du fablab se concentre facilement sur l'achat initial. Or le coût le plus dangereux est souvent celui que l'on ne voit pas lors de l'inauguration : personnel, formation, ventilation, assurance, consommables, outils de coupe, pièces de rechange, licences éventuelles, entretien, nettoyage, stockage des projets, électricité et renouvellement progressif du parc. La Fab Foundation estime actuellement qu'un laboratoire standard capable de participer pleinement au réseau et à la Fab Academy représente autour de 120 000 dollars d'équipement, hors transport, installation et formation ; d'autres configurations plus petites sont évidemment possibles. Le chiffre importe moins que la

structure de dépense : l'infrastructure exige un budget de fonctionnement, pas seulement une subvention d'investissement.

La documentation de la Fab Foundation insiste d'ailleurs sur l'installation, les tests et la formation des équipes locales. Elle propose couramment une intervention de spécialistes pour la mise en route puis une ou plusieurs semaines de formation selon l'inventaire. Cette insistance confirme une évidence souvent oubliée : une machine non comprise est un capital immobilisé. Une découpeuse laser dont personne ne sait aligner l'optique ou entretenir l'extraction devient rapidement un meuble coûteux.

Le taux d'usage doit également être interprété avec prudence. Une machine très sollicitée peut justifier son coût mais s'user rapidement ; une machine rarement utilisée peut être un gaspillage, ou au contraire une assurance utile pour une opération rare et critique. Un défibrillateur n'est pas inutile parce qu'on ne l'emploie presque jamais. L'atelier doit donc distinguer équipement de service quotidien, équipement pédagogique, réserve de résilience et équipement exceptionnel mutualisé à une échelle supérieure.

Cette distinction conduit à une comptabilité de capacité plutôt qu'à une simple comptabilité de production. On ne demande pas seulement combien d'objets ont été vendus. On demande combien de personnes ont appris, combien de réparations ont évité un remplacement, combien de projets publics ont été rendus possibles, combien d'heures d'accompagnement ont été fournies et quelles compétences restent disponibles sur le territoire. Les indicateurs économiques doivent rendre visibles ces fonctions sans transformer l'atelier en machine à produire des statistiques pour justifier sa subvention.

4. Un cas territorial : les Ateneus de Fabricació de Barcelona

Barcelona offre un exemple instructif parce que la fabrication numérique y a été intégrée à une politique municipale plutôt qu'abandonnée au seul marché de l'abonnement. Le réseau des Ateneus de Fabricació a été conçu comme un service public

ouvert, articulant municipalité, monde académique, entreprises et tissu associatif. Les documents de la ville présentent le service comme gratuit et fondé sur une logique de contrepartie sociale : l'accès à la technologie n'est pas pensé seulement comme consommation individuelle, mais comme contribution à des projets éducatifs, culturels ou communautaires.

Ce modèle ne supprime pas les problèmes de gouvernance, mais il change le financement. Un laboratoire commercial doit faire payer suffisamment chaque membre pour couvrir personnel, loyer et machines. Un atelier municipal peut reconnaître que certaines retombées - éducation, inclusion, capacité d'urgence, projets de quartier - sont des biens collectifs qui ne se facturent pas correctement à l'utilisateur final. Il peut donc assumer une partie des coûts par le budget public, comme une bibliothèque ou un équipement culturel.

Le réseau barcelonais a montré sa valeur durant la pandémie. Un rapport municipal de suivi de l'Agenda 2030 indique que les Ateneus ont mis à disposition trente et une imprimantes 3D, six découpeuses laser et une équipe de vingt-cinq personnes pour la production d'équipements de protection, en coopération avec le mouvement citoyen Coronavirus Makers. D'autres documents municipaux font état de plus de 17 400 éléments de protection produits pour les services de proximité au printemps 2020. La valeur du réseau n'était pas qu'il pouvait remplacer l'industrie médicale, mais qu'il pouvait convertir très vite des compétences, des machines et des relations locales vers un besoin imprévu.

Le cas est important parce qu'il révèle ce qu'une infrastructure territoriale accumule avant la crise : personnes qui se connaissent, procédures, machines entretenues, capacité de prototypage, liens avec les services publics, habitudes de documentation. La résilience n'apparaît pas au moment de la catastrophe. Elle résulte d'une institution qui existait déjà pour d'autres usages.

5. Plans ouverts : le fichier n'est commun que s'il peut être repris

Un atelier numérique dépend autant de l'information que des machines. Un fichier STL impossible à modifier n'offre pas la même autonomie qu'un modèle paramétrique correctement documenté. L'Open Source Hardware Association définit le matériel ouvert par la mise à disposition des sources nécessaires - fichiers de conception, nomenclature, documentation - et par une licence autorisant fabrication, modification, distribution et usage. Cette précision est essentielle : publier une image ou un fichier final sans les éléments permettant de comprendre la conception produit une ouverture superficielle.

Les licences de matériel ouvert, dont le CERN Open Hardware Licence est un exemple, organisent juridiquement la réutilisation et les obligations liées aux versions modifiées. Elles ne suppriment ni les marques, ni la responsabilité, ni les garanties. L'OSHOWA recommande précisément que celui qui reproduit ou modifie un projet indique clairement que sa version n'est pas fabriquée, garantie ou approuvée par le concepteur d'origine. Le commun exige donc une traçabilité des dérivations.

Cette architecture est plus exigeante qu'un simple dépôt de fichiers. Il faut une nomenclature des composants, des tolérances, des paramètres de fabrication, des versions logicielles, des instructions d'assemblage, des procédures de test et une liste des défauts connus. Sans cela, le savoir reste tacite dans l'équipe d'origine. Le projet peut être juridiquement libre et pratiquement impossible à reproduire.

La documentation est ainsi un travail productif à part entière. Photographier une réparation, noter pourquoi une version a cassé, conserver le paramétrage qui a fonctionné ou expliquer la différence entre deux matériaux n'est pas un supplément administratif. C'est ce qui transforme l'expérience locale en capacité transmissible. Une fédération d'ateliers ne peut exister que si la connaissance voyage avec suffisamment de précision pour être reprise ailleurs.

6. Ouvert ne signifie pas sûr : qualité, certification et responsabilité

L'une des objections les plus sérieuses à la fabrication distribuée concerne la sécurité. Elle devient évidente avec les dispositifs médicaux. La FDA rappelle qu'un dispositif imprimé en 3D reste soumis aux exigences réglementaires applicables aux autres dispositifs médicaux. Sa guidance sur la fabrication additive traite du design, du flux logiciel, des matières, de la validation du procédé et des essais. La possibilité de télécharger un fichier ne transforme donc pas un prototype en dispositif médical validé.

Cette distinction doit être généralisée. Un support de téléphone, une poignée de placard et une pièce structurelle ne présentent pas les mêmes risques. Un atelier mature doit classer les projets selon leur criticité. Pour un objet non critique, une vérification visuelle peut suffire. Pour une pièce supportant une charge, un élément électrique, une protection de machine ou un dispositif d'assistance, il faut des procédures de test, parfois une norme ou une certification extérieure.

La fabrication additive elle-même présente des risques de procédé. Le NIOSH a publié un guide destiné précisément aux makerspaces, écoles, bibliothèques et petites entreprises. Les imprimantes peuvent émettre des particules ultrafines et des composés volatils ; l'agence recommande d'agir d'abord sur la substitution des matériaux et les contrôles techniques, notamment l'enceinte et la ventilation. Un atelier ouvert qui ignore ces exigences reporte simplement le risque sur les usagers et le personnel.

Il faut donc construire une culture de version et de responsabilité. Un projet peut être étiqueté expérimental, testé localement, vérifié par plusieurs laboratoires ou certifié pour un usage défini. Le même fichier ne doit pas circuler comme s'il portait partout le même niveau de confiance. Cette stratification permet de conserver la liberté d'expérimenter sans transformer l'ouverture en irresponsabilité.

7. L'atelier-école : apprendre en fabriquant sans réduire l'éducation à la machine

Kropotkine défendait une éducation qui réunisse science et travail manuel. L'atelier numérique offre un terrain contemporain pour cette intuition parce qu'il oblige à traverser plusieurs langages. Pour fabriquer une petite serre automatisée, il faut mesurer, dessiner, programmer, comprendre un capteur, choisir un matériau, câbler, tester et expliquer. Une erreur abstraite devient immédiatement une pièce qui ne s'emboîte pas ou un moteur qui ne répond pas.

Cette pédagogie n'a de valeur que si la machine reste un moyen. Un établissement qui achète des imprimantes pour démontrer sa modernité peut produire l'effet inverse : quelques objets décoratifs, beaucoup de fascination et peu d'apprentissage. Le projet doit commencer par une question suffisamment riche pour mobiliser la technique sans s'y réduire. Les élèves doivent pouvoir expliquer ce qu'ils font, choisir entre plusieurs procédés, documenter les erreurs et comprendre les limites de l'outil.

Le projet FAIG en Catalogne illustre cette orientation. Porté par le département de l'Éducation de la Generalitat avec l'appui de Fab Lab Barcelona, il cherche à relier apprentissage par projet, communauté et problèmes socialement pertinents. L'enjeu n'est pas de former chaque enfant à devenir opérateur de découpeuse laser, mais d'utiliser la fabrication comme un milieu où tête, main et coopération se rencontrent.

L'atelier-école peut aussi devenir intergénérationnel. Un artisan apporte une connaissance de la matière que le designer numérique n'a pas ; un étudiant maîtrise la modélisation mais découvre les contraintes de l'assemblage ; un réparateur connaît les pannes récurrentes ; un usager handicapé sait mieux que le concepteur quel geste l'objet doit permettre. L'apprentissage devient alors circulation de savoirs plutôt que transfert vertical d'un expert vers un public passif.

8. Assistance et santé : la personnalisation comme domaine privilégié

Les dispositifs d'assistance montrent l'une des forces les plus concrètes de la fabrication distribuée : l'adaptation à une personne unique. La communauté e-NABLE partage depuis plus d'une décennie des modèles de mains et d'aides mécaniques imprimables. Son intérêt ne réside pas dans l'idée qu'une prothèse imprimée remplacerait toutes les prothèses cliniques. Il réside dans un espace intermédiaire où un dispositif léger, peu coûteux, personnalisable et rapidement remplaçable peut répondre à certains besoins.

Des études cliniques restent prudentes mais montrent des usages réels. Une étude menée en Inde sur une prothèse partielle de main a fait évoluer plusieurs prototypes avec le retour du patient ; les coûts de matière des versions testées étaient de l'ordre de quelques dizaines de dollars. Deux rapports de cas publiés ensuite ont observé des améliorations dans des objectifs fonctionnels après entraînement avec des dispositifs issus de dessins e-NABLE. Ces résultats ne justifient pas une généralisation, mais ils montrent la valeur d'un processus où adaptation, prototypage et retour d'usage peuvent être rapprochés.

Le caractère ouvert accélère également l'amélioration. Le NIH 3D Print Exchange héberge des versions de dispositifs e-NABLE avec fichiers, ressources d'assemblage et historiques de modifications. Une main peut être adaptée à une ouverture de pouce différente, à la taille d'un enfant ou à un usage particulier. Cette capacité serait économiquement difficile à obtenir si chaque variante exigeait une chaîne industrielle séparée.

Mais le même exemple rappelle la limite : le dispositif doit être adapté au bon utilisateur, testé, entraîné et remplacé dans un accompagnement clinique lorsqu'il le nécessite. L'atelier territorial n'abolit pas le prothésiste, l'ergothérapeute ou le médecin. Il peut devenir un partenaire de fabrication et de prototypage dans une chaîne de compétence plus large.

9. L'urgence sanitaire : quand un réseau souple remplit les interstices

La pandémie de 2020 a constitué un test grandeur nature de la fabrication distribuée. Face aux pénuries d'équipements, des ateliers, entreprises réorientées et particuliers équipés d'imprimantes ont produit visières, pièces d'adaptation, protections et autres fournitures. Open Source Medical Supplies et Nation of Makers ont tenté de documenter cet effort mondial. Leur enquête, fondée sur des remontées volontaires et donc non équivalente à une statistique publique exhaustive, recense plus de 48 millions d'unités de fournitures, plus de 42 000 répondants citoyens et des groupes dans 86 pays.

Ces chiffres doivent être lus comme l'indice d'une mobilisation et non comme une mesure parfaite. Le point le plus solide est organisationnel : des plans circulaient rapidement ; des groupes locaux adaptaient les modèles aux matières disponibles ; des réseaux logistiques improvisés reliaient imprimantes, ateliers, chauffeurs et établissements. Lorsque la chaîne industrielle normale était saturée, cette couche diffuse a fourni une capacité d'appoint.

L'expérience a également exposé les dangers. Tous les équipements conçus dans l'urgence n'étaient pas équivalents. Les autorités sanitaires ont dû publier des recommandations et des évaluations ; des modèles ont été modifiés à mesure que l'on comprenait mieux les usages. La fabrication distribuée est donc particulièrement utile pour explorer, prototyper et combler rapidement certains manques, mais elle doit se raccorder le plus vite possible à des procédures de validation et à des producteurs capables de tenir une qualité répétable.

La leçon n'est pas qu'il faut remplacer les stocks stratégiques par des imprimantes 3D. C'est l'inverse : une société résiliente combine stocks, industries capables de se reconvertir et réseaux locaux capables de bricoler intelligemment dans les interstices. La diversité des capacités évite qu'un seul point de défaillance paralyse tout le système.

10. Agriculture, réparation et adaptation : rapprocher la machine du terrain

Dans l'agriculture, la valeur d'une conception ouverte apparaît lorsque l'équipement doit être adapté à un sol, une échelle d'exploitation ou une pratique particulière. Open Source Ecology a poussé cette intuition très loin avec le Global Village Construction Set, programme de machines modulaires ouvertes allant du tracteur à des outils de construction et de fabrication. Le projet reste ambitieux et incomplet ; sa propre documentation reconnaît qu'une part importante des cinquante machines visées n'est pas encore stabilisée. Cette incomplétude est précisément instructive.

Le cas LifeTrac montre la différence entre publier une idée et rendre une machine reproductible. Plusieurs générations de prototypes ont été nécessaires ; les retours de terrain ont conduit à modifier l'empattement, les bras de charge et les modules. La documentation doit couvrir dessin, matériaux, assemblage, hydraulique, essais et maintenance. Une machine agricole est un système dynamique exposé à des charges, des chocs et des environnements sévères : le fichier de découpe ne suffit pas.

Ce type de projet éclaire néanmoins une fonction importante des ateliers régionaux. Ceux-ci peuvent découper ou usiner certaines pièces, adapter un équipement, refaire un élément indisponible ou fabriquer un outil spécifique. Un réseau plus spécialisé peut prendre en charge les opérations lourdes. L'agriculteur n'a pas à devenir métallurgiste complet ; il gagne si son territoire possède quelque part les compétences qui permettent de comprendre et de modifier la machine au lieu d'attendre exclusivement une pièce propriétaire importée.

La politique de réparation rejoint ainsi la fabrication numérique. Scanner ou redessiner une pièce cassée, conserver le modèle, documenter le matériau et partager le retour d'expérience peut transformer une panne privée en ressource collective. Plus les objets sont conçus pour être démontés, documentés et standardisés, plus cette capacité locale devient efficace.

11. Pourquoi les ateliers échouent : TechShop et le piège de la vitrine équipée

Le cas TechShop constitue un contre-exemple utile parce qu'il a longtemps incarné le succès commercial du makerspace. Fondée en 2006, l'entreprise avait développé plusieurs grands ateliers américains sur abonnement, avec parc de machines, formation et personnel. En novembre 2017, elle a fermé brutalement ses dix sites américains et annoncé une liquidation. Le directeur général expliquait alors que l'entreprise fonctionnait depuis un certain temps avec des liquidités extrêmement faibles et payait parfois tardivement instructeurs et fournisseurs.

L'échec ne prouve pas que le concept d'atelier partagé est non viable. Il montre que l'accès à des machines coûteuses produit une économie difficile. Un lieu très bien équipé doit financer surface, personnel qualifié, assurance, maintenance et périodes où les machines ne tournent pas. Si l'abonnement est trop élevé, l'accès se rétrécit ; s'il est trop bas, le lieu ne couvre pas ses charges. L'expansion géographique peut encore amplifier le besoin de capital.

TechShop permet aussi de distinguer fréquentation et soutenabilité. Un makerspace peut être apprécié, disposer de centaines ou milliers de membres et néanmoins manquer de trésorerie. La valeur sociale créée ne se transforme pas automatiquement en revenu. Cela justifie plusieurs modèles : financement municipal pour les fonctions publiques, université pour l'enseignement, coopérative pour les membres, prestation professionnelle pour certains services, mécénat ou subvention pour l'inclusion. Aucun modèle n'est universel ; la dépendance à une seule source est un risque.

Une autre forme d'échec est moins spectaculaire : le laboratoire qui ne ferme pas mais s'endort. Les machines existent, le site web aussi, mais les compétences ont disparu ; l'ouverture se réduit à quelques heures ; personne ne sait réparer l'équipement ; les projets ne correspondent plus aux besoins du quartier. Une politique sérieuse doit donc financer la maintenance humaine au moins autant que l'achat initial.

12. L'objection sociale : loisir de classes favorisées ou infrastructure populaire ?

Les makerspaces ont souvent attiré des publics déjà à l'aise avec l'informatique, disposant de temps libre et capables de payer des adhésions. L'objection est fondée lorsqu'un lieu se contente d'ouvrir une porte et conclut que l'accès est égal. Une machine accessible juridiquement peut rester inaccessible culturellement, financièrement ou temporellement.

La Fab Charter elle-même exige un accès public au moins une partie du temps, gratuitement ou contre une contribution en nature. Les Ateneus de Barcelona vont plus loin en traitant la fabrication numérique comme service public gratuit. Mais le prix n'est qu'un obstacle parmi d'autres. Il faut accompagner les débutants, organiser des horaires compatibles avec le travail et la famille, aller vers les écoles et associations, prévoir des projets où les habitants reconnaissent leurs propres besoins et éviter que l'anglais technique devienne une barrière implicite.

L'inclusion transforme également ce qui est fabriqué. Un atelier dominé par des amateurs de gadgets produira naturellement des gadgets. Un atelier relié à des services de handicap, à des artisans, à des agriculteurs, à des associations de réparation ou à des écoles rencontrera d'autres problèmes. La diversité des usagers n'est donc pas seulement un objectif moral ; elle élargit le répertoire technique du lieu.

Le critère est simple : après quelques années, les capacités ont-elles réellement quitté le cercle initial des experts ? Si les mêmes trois personnes conçoivent, règlent et décident tout, la mutualisation des machines n'a pas produit une mutualisation du savoir. L'institution doit mesurer sa réussite à la croissance du nombre de personnes capables d'agir de manière autonome et sûre.

13. La maintenance comme cœur politique de l'atelier

L'idéologie de l'innovation valorise le lancement. Un ruban est coupé, une machine arrive, un prototype est photographié. La vie

réelle commence après. Les lentilles se salissent, les courroies se détendent, les buses se bouchent, les batteries vieillissent, les formats logiciels changent et les personnes formées partent. La maintenance décide alors si la capacité reste sur le territoire.

La Charte Fab place explicitement parmi les responsabilités des usagers l'aide au nettoyage, au maintien et à l'amélioration du laboratoire. Cette formulation contient une politique entière. Si l'entretien est une tâche invisible abandonnée à un technicien précaire, l'atelier reproduit la séparation entre ceux qui inventent et ceux qui maintiennent. Si les utilisateurs apprennent à diagnostiquer, nettoyer, calibrer et documenter, une partie du savoir de conservation devient commune.

Cela ne signifie pas que chacun doit réparer seul une source laser ou intervenir sur un circuit dangereux. Les niveaux de compétence doivent être clairs. Certaines opérations nécessitent une habilitation ou un prestataire spécialisé. Mais l'utilisateur peut comprendre les signes d'usure, effectuer les routines simples, signaler une anomalie, contribuer au journal de maintenance et savoir quand arrêter une machine.

Le budget doit refléter cette priorité. Une réserve annuelle pour consommables, pièces, formation et renouvellement évite que chaque panne devienne une demande exceptionnelle. La meilleure machine n'est pas nécessairement la plus spectaculaire ; c'est souvent celle dont les pièces sont disponibles, dont les procédures sont documentées et que l'équipe locale sait garder opérationnelle.

14. De l'atelier isolé au réseau fédéré

Un atelier territorial ne doit pas chercher à posséder toutes les machines. Cette ambition recréerait localement les coûts de la grande usine sans en obtenir les économies d'échelle. La fédération commence par un inventaire des capacités : quels outils existent, avec quelles dimensions utiles, quels matériaux, quelles tolérances, quelles certifications et quelles personnes savent les utiliser ? Un projet peut ensuite être orienté vers le niveau adapté.

Le laboratoire de quartier peut assurer initiation, impression légère, électronique et réparation. Un atelier municipal ou intercommunal peut disposer d'une grande fraiseuse, d'un équipement de métrologie ou d'une découpe plus puissante. Une plateforme régionale peut mutualiser des procédés rares. Des industriels restent nécessaires pour les matières, composants et opérations de grande série. Le réseau ne supprime pas la spécialisation ; il empêche qu'elle signifie ignorance réciproque et dépendance sans recours.

Le numérique rend cette fédération praticable si les données ne sont pas captées par une plateforme propriétaire. Il faut un catalogue interopérable des capacités, des formats de documentation communs, des identifiants de versions, des règles de réservation et une histoire de fabrication. Un fichier transmis doit arriver avec le contexte nécessaire : matière, machine visée, paramètres, essais, niveau de confiance et éventuelles restrictions d'usage.

La Fab Foundation présente déjà son réseau comme une infrastructure distribuée d'enseignement, de recherche et de fabrication où des processus communs permettent de reproduire des projets d'un laboratoire à l'autre. La proposition politique consiste à pousser cette logique plus loin : relier les ateliers à la commande publique, aux systèmes de santé, aux écoles, aux services de réparation et aux entreprises locales, de sorte que le réseau ait une fonction productive durable en dehors des démonstrations.

15. Commande publique et ancrage territorial

Une infrastructure d'atelier ne peut pas dépendre uniquement de la curiosité individuelle. Les collectivités et services publics peuvent fournir une demande stable sans transformer le lieu en sous-traitant captif. Une école peut commander des supports pédagogiques ; un service culturel des éléments d'exposition ; un atelier de mobilité des pièces non critiques ; un service social des adaptations simples ; des services techniques des prototypes ou gabarits.

Cette commande doit rester compatible avec les règles de sécurité, la concurrence et la responsabilité. Le but n'est pas de contourner les fournisseurs qualifiés, mais de reconnaître une zone de production où la proximité a une valeur : besoin unique, adaptation rapide, expérimentation, réparation, petite série. La commande publique peut également exiger que la documentation produite soit ouverte lorsque cela est juridiquement possible, transformant une dépense locale en connaissance réutilisable.

Une telle politique crée un cercle vertueux seulement si les ateliers ne deviennent pas dépendants d'un seul donneur d'ordre. Les usages éducatifs, associatifs, artisanaux et publics doivent rester pluralistes. La diversité des fonctions protège l'infrastructure contre un changement politique ou la disparition d'un contrat.

Le territoire gagne alors quelque chose de différent d'une nouvelle entreprise : une réserve de savoir-faire qui peut circuler entre acteurs. Une pièce conçue pour une bibliothèque peut être améliorée par une école ; une méthode de réparation développée avec un artisan peut être enseignée ailleurs ; un gabarit créé dans l'urgence peut être archivé. L'argent public finance non seulement un objet, mais une capacité cumulative.

16. Objections : coût, obsolescence, sécurité et avantage de la grande industrie

Première objection : la grande industrie restera presque toujours moins chère. C'est vrai pour de nombreux produits standardisés à grand volume. La décentralisation ne doit pas gaspiller matière et temps pour reproduire localement un objet parfaitement disponible à faible coût et bonne qualité. Mais le prix unitaire n'épuise pas la valeur. Délai, adaptation, stock, réparabilité, apprentissage et dépendance au fournisseur comptent également. L'atelier doit être employé là où ces dimensions compensent son coût supérieur.

Deuxième objection : les équipements deviennent rapidement obsolètes. Le risque existe, surtout lorsque le logiciel ou les pièces sont propriétaires. Il renforce précisément le besoin de formats

ouverts, de machines réparables et d'achats orientés vers la disponibilité des pièces plutôt que vers l'effet de nouveauté. Une machine plus ancienne, bien comprise et correctement maintenue, peut produire davantage de capacité réelle qu'un équipement avancé impossible à réparer.

Troisième objection : les plans ouverts créent une responsabilité incontrôlable. L'objection est sérieuse mais ne justifie pas le secret général. L'ouverture doit être accompagnée de versions, d'attribution, de niveaux de validation et de procédures de test. Dans les domaines réglementés, le fabricant et l'utilisateur restent soumis aux règles applicables. Le fichier ouvert n'est pas une dispense de conformité.

Quatrième objection : les ateliers resteraient des loisirs technologiques. Ils le deviennent lorsque leur mission est indéfinie. Les cas d'assistance, de formation, de réparation, d'urgence sanitaire ou de production territoriale montrent d'autres fonctions possibles. La question n'est donc pas de savoir si le maker est par nature émancipateur ; elle est de construire des institutions où la capacité technique rencontre des besoins publics et des communautés réelles.

Conclusion — Une capacité de reprise matérielle

L'atelier numérique ne remplace pas l'usine ; il modifie la frontière entre dépendre et pouvoir intervenir. Sa valeur apparaît lorsqu'une personne ou un territoire peut comprendre un objet, en modifier une partie, fabriquer une petite série, réparer une panne, adapter un dispositif ou apprendre en faisant. Cette capacité peut réduire certaines dépendances sans abolir l'interdépendance industrielle.

Les exemples étudiés montrent que la machine n'est jamais le centre suffisant. Barcelona rappelle le rôle d'un service public et d'un réseau social ; e-NABLE montre la puissance et les limites de l'adaptation ouverte ; la mobilisation de 2020 montre la valeur d'une réserve diffuse de fabrication ; TechShop rappelle que la fréquentation ne paie pas automatiquement les coûts structurels ;

Open Source Ecology révèle la difficulté de transformer un dessin ouvert en machine robuste et réellement reproductible.

Une politique de l'atelier numérique doit donc financer cinq choses ensemble : équipement, personnes, maintenance, documentation et réseau. En retirer une suffit souvent à produire une vitrine. Elle doit aussi organiser la sécurité et reconnaître que les grandes infrastructures industrielles restent nécessaires. La décentralisation n'est pas l'autarcie ; c'est la multiplication de capacités de reprise dans un système fédéré.

C'est ici que le chapitre répond à celui sur l'intelligence artificielle. Une société peut disposer de modèles puissants, de plans abondants et de logiciels accessibles tout en restant matériellement incapable d'agir. L'atelier réunit de nouveau une partie du savoir et de la main. Il prépare ainsi la question suivante : cette capacité locale pourra-t-elle fonctionner sans une énergie dont la production, le réseau et la gouvernance resteraient entièrement concentrés ?

Notes et références du chapitre 7

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops*, Londres, 1899 ; édition révisée *Fields, Factories and Workshops Tomorrow*, 1912. Le rapprochement avec les ateliers numériques est une actualisation contemporaine de sa critique de la séparation entre production, savoir et territoire.
2. Fab Foundation, « Getting Started with Fab Labs » et Fab Charter, consultation 2026. La Fondation définit le Fab Lab par l'accès public, un noyau commun de capacités, la participation au réseau et des responsabilités de sécurité, d'entretien et de documentation. Elle indique un réseau de plus de 1 750 laboratoires dans plus de cent pays.
3. MIT Center for Bits and Atoms, présentation institutionnelle et programme *How to Make (almost) Anything*. Le CBA relie le développement des fablabs aux recherches sur la fabrication numérique et à un environnement combinant plusieurs procédés de fabrication et de mesure.
4. Fab Foundation, « Setting up a Fab Lab », consultation 2026. La page indique un coût moyen d'environ 120 000 dollars pour l'équipement d'un laboratoire standard, hors transport, installation et formation, et insiste sur le besoin de former les équipes locales. Les montants varient selon l'inventaire et le pays.
5. Ajuntament de Barcelona, *Memòria Agenda 2030 / Transició Digital 2022* et documents du réseau des Ateneus de Fabricació. Le service y est présenté comme public et gratuit, fondé sur l'usage et la contrepartie sociale, avec des partenariats entre initiative publique, acteurs privés et tissu social.

6. Ajuntament de Barcelona, Annual Monitoring and Evaluation Report on the 2030 Agenda / Voluntary Local Review 2021. Le rapport décrit la mobilisation de 31 imprimantes 3D, six découpeuses laser et 25 personnes dans les Ateneus durant la réponse au Covid-19, en lien avec Coronavirus Makers. Les archives municipales signalent aussi plus de 17 400 matériels de protection produits pour des services de proximité au printemps 2020.
7. Open Source Hardware Association, Open Source Hardware Basics et FAQ, consultation 2026. L'OSHWa exige notamment la disponibilité des fichiers sources et de la documentation nécessaire, associée à une licence permettant fabrication, modification, distribution et usage ; elle rappelle que les versions dérivées ne doivent pas être présentées comme garanties par le concepteur original.
8. CERN Open Hardware Licence, version 2, et OSHWA, liste des licences de matériel ouvert. La référence sert ici à montrer qu'une ouverture technique peut être organisée juridiquement sans abolir attribution, marques et distinction entre versions.
9. U.S. Food and Drug Administration, Technical Considerations for Additive Manufactured Medical Devices, guidance, décembre 2017, et portail 3D Printing of Medical Devices. La FDA insiste sur les étapes de conception, flux logiciel, contrôle des matières, validation du procédé et essais ; la fabrication additive ne modifie pas le classement réglementaire d'un dispositif médical.
10. NIOSH, Approaches to Safe 3D Printing: A Guide for Makerspace Users, Schools, Libraries, and Small Businesses, DHHS (NIOSH) Publication 2024-103, 2023. Le guide traite des émissions de particules ultrafines, de composés chimiques et des mesures de contrôle, notamment substitution, enceintes et ventilation.
11. Fab Lab Barcelona / CESIRE, projet FAIG, programme d'innovation éducative sur quatre ans soutenant l'apprentissage maker par projets reliés à des enjeux sociaux et aux communautés scolaires de Catalogne.
12. e-NABLE / Enabling The Future, ressources générales et collection e-NABLE du NIH 3D Print Exchange. La communauté annonce plusieurs milliers de membres et diffuse des conceptions ouvertes d'aides mécaniques ; certains modèles sont accompagnés de fichiers sources, instructions d'assemblage et variantes.
13. S. ten Kate et al., « Affordable passive 3D-printed prosthesis for persons with partial hand amputation », Prosthetics and Orthotics International, 2020. L'étude décrit plusieurs prototypes adaptés au retour d'un patient en Inde et des coûts de matière d'environ 20 à 27 dollars pour les versions finales testées. Voir aussi les rapports de cas sur des prothèses de doigts imprimées en 3D utilisant des fichiers e-NABLE, 2022.
14. Open Source Medical Supplies et Nation of Makers, Design | Make | Protect, rapport d'impact sur la réponse maker à la pénurie de fournitures médicales de 2020. Les chiffres de 48,3 millions d'unités, plus de 42 000 répondants et 86 pays proviennent d'une enquête communautaire volontaire et doivent être

interprétés comme estimation documentée du réseau, non comme statistique exhaustive.

15. Open Source Ecology, Global Village Construction Set, documentation LifeTrac et historique des prototypes. Le programme revendique une architecture modulaire, ouverte et réparable, mais sa propre documentation montre un développement itératif long, plusieurs prototypes et un niveau d'achèvement encore partiel de l'ensemble visé.

16. Dan Woods, « TechShop Closes Doors, Files Bankruptcy », Make., 15 novembre 2017 ; IEEE Spectrum, « TechShop Goes Bankrupt », 2017. TechShop a fermé ses dix sites américains et annoncé une liquidation ; le communiqué du dirigeant évoquait notamment des liquidités très faibles et des retards de paiement aux instructeurs et fournisseurs. Ce cas est utilisé comme étude d'un modèle économique, non comme condamnation générale des makerspaces.

L'ÉNERGIE DISTRIBUÉE

Une production dispersée n'est démocratique que si la décision l'est aussi.

1. De la centrale à l'architecture énergétique

Kropotkine écrivait dans un monde où l'accès à la force motrice conditionnait directement la géographie de l'industrie. La vapeur favorisait les concentrations autour du combustible, des ports et des grandes infrastructures ; l'électricité lui paraissait ouvrir une autre possibilité, parce qu'une énergie produite en un point pouvait être transportée vers des ateliers plus petits et plus dispersés. Il ne s'agissait pas pour lui de célébrer une technologie en elle-même, mais de comprendre comment une infrastructure modifie la taille praticable des unités de production et, avec elle, la distribution des capacités.

Le système électrique du XXe siècle a pourtant été construit, dans de nombreux pays, autour de grandes centrales, de réseaux hiérarchisés et d'opérateurs disposant d'un fort pouvoir de planification. Cette architecture a produit des avantages réels : mutualisation des réserves, économies d'échelle, accès massif à l'électricité, sécurité de fréquence, possibilité d'alimenter des villes et des industries entières. Elle a aussi installé des dépendances : une panne sur un nœud critique peut affecter des millions d'usagers ; un choix d'investissement engage des territoires pendant des décennies ; les habitants ne voient généralement ni la manière dont leur électricité est produite ni les règles qui déterminent les coûts du réseau.

La question contemporaine n'est donc pas de passer mécaniquement du grand au petit. Elle est de savoir quelles fonctions gagnent à être distribuées, lesquelles exigent encore une coordination à grande échelle et surtout qui dispose du pouvoir de décider entre ces niveaux. Une transition énergétique peut multiplier les panneaux sur les toits tout en conservant un système économique très concentré. Elle peut aussi maintenir de grandes

infrastructures tout en ouvrant réellement la gouvernance. La décentralisation matérielle et la décentralisation politique sont deux variables différentes.

Cette distinction est décisive pour tout ce chapitre. Produire plus près des usages peut réduire certaines pertes, accélérer certains déploiements et créer des possibilités d'autonomie. Mais un système électrique est une organisation instantanée : à chaque moment, production et consommation doivent rester compatibles avec les contraintes du réseau. Le pouvoir énergétique ne se trouve donc pas seulement dans la source de production. Il se trouve aussi dans les lignes, les transformateurs, les compteurs, les règles tarifaires, les logiciels, les capacités de stockage, les marchés et les institutions qui arbitrent les priorités.

2. Le solaire distribué : une rupture réelle, mais partielle

Le photovoltaïque introduit une propriété remarquable : la même famille technologique peut être installée à des échelles extrêmement différentes. Quelques modules peuvent alimenter une maison ou un équipement isolé ; des milliers de modules peuvent constituer une centrale. Cette modularité rend possible une multiplication des producteurs sans exiger, pour chaque nouveau projet, la construction d'une grande unité thermique ou hydraulique. L'Agence internationale de l'énergie prévoit qu'entre 2025 et 2030 la croissance combinée du solaire à grande échelle et du solaire distribué représentera près de quatre cinquièmes de l'expansion mondiale des capacités renouvelables. La diffusion n'est donc plus marginale : elle devient une composante majeure du système électrique.

Cette rupture ne signifie pourtant pas que le ménage équipé devient une petite compagnie électrique souveraine. Le panneau dépend d'un onduleur ; l'onduleur dépend de normes de raccordement ; la production doit être valorisée ou autoconsommée ; les équipements viennent de chaînes industrielles mondiales ; la toiture n'offre pas toujours le meilleur profil de production ; et l'utilisateur peut être lié par un contrat de

financement ou par un logiciel propriétaire. La présence physique d'une installation ne dit pas qui contrôle sa valeur économique.

Le mot prosommateur, souvent utilisé pour désigner un usager qui consomme et produit, peut donc masquer plusieurs réalités. Un propriétaire aisé qui finance lui-même son installation, un locataire participant à une opération collective, une école municipale équipée par une régie et un ménage dont la toiture est louée à un investisseur privé sont tous, d'une certaine manière, associés à une production distribuée. Mais leurs droits sur l'investissement, les revenus, les données et les décisions ne sont pas comparables.

Il faut donc distinguer au moins quatre dimensions : la localisation de l'installation, la propriété du capital, le droit d'usage et le pouvoir de gouvernance. Une politique qui ne mesure que les mégawatts distribués risque de déclarer décentralisé un système dans lequel la propriété et le pilotage remontent vers quelques grands agrégateurs. La capacité locale ne commence pas avec le panneau ; elle commence lorsque les habitants et les institutions du territoire peuvent comprendre et orienter une part significative du système dont ils dépendent.

3. Le réseau n'est pas un obstacle à l'autonomie : c'est une machine de coopération

L'imaginaire de l'autonomie énergétique conduit facilement à opposer deux figures : d'un côté la maison indépendante, équipée de panneaux et de batteries ; de l'autre le grand réseau centralisé. Cette opposition est trop simple. Dans une société dense, le réseau permet précisément à des unités différentes de coopérer sans devoir chacune posséder assez de production et de stockage pour affronter seule toutes les situations possibles.

L'électricité doit être disponible au moment où elle est demandée. Une toiture solaire peut produire beaucoup à midi et rien la nuit. Un parc éolien peut être très productif au moment où un quartier consomme peu. Une usine peut disposer de procédés dont une partie de la consommation est déplaçable dans le temps, tandis qu'un hôpital exige une continuité presque immédiate. Le

réseau agrège ces profils différents et permet que les excédents d'un lieu répondent aux besoins d'un autre.

La transition vers des productions variables accroît même l'importance de cette coordination. L'AIE souligne que les réseaux de transport et de distribution risquent de devenir un goulet d'étranglement de la transition énergétique si leur planification et leurs investissements ne suivent pas l'électrification et le déploiement des renouvelables. Elle estime qu'il faudrait ajouter ou remplacer environ 80 millions de kilomètres de réseaux d'ici 2040 pour répondre aux objectifs nationaux annoncés, soit un ordre de grandeur comparable à l'ensemble des réseaux existants aujourd'hui.

Il serait donc contradictoire de défendre l'énergie distribuée en négligeant l'infrastructure qui rend cette distribution coopérative. Le réseau peut être conçu comme un commun technique : une architecture qui mutualise les différences, donne accès à des ressources complémentaires et permet de secourir les territoires en difficulté. Mais pour mériter ce statut, il faut que ses coûts, ses règles de raccordement, ses priorités d'investissement et ses mécanismes de tarification soient gouvernés dans l'intérêt collectif plutôt que comme une rente opaque.

L'autonomie pertinente n'est alors pas l'isolement. Elle est la capacité de participer à un réseau sans être captif d'un acteur unique, de maintenir certaines fonctions localement en cas de rupture et de négocier collectivement les conditions de l'interdépendance. Une fédération énergétique robuste cherche moins à supprimer les dépendances qu'à les rendre visibles, réciproques et contestables.

4. Produire n'est pas gouverner

Une installation distribuée peut être intégralement pilotée par un tiers. Un agrégateur peut contrôler la charge d'une batterie, décider du moment où elle injecte sur le réseau, valoriser les services rendus au marché et conserver une grande partie des données. Cette coordination peut être techniquement utile ; elle peut même augmenter la valeur collective de milliers de petites

installations. Mais elle transforme une question technique en question institutionnelle : qui fixe les règles de l'agrégation et qui reçoit la valeur créée ?

Le même problème apparaît avec les tarifs dynamiques, les compteurs communicants et la réponse à la demande. En théorie, ces outils rendent le système plus souple : au lieu de construire une centrale pour quelques heures de pointe, on déplace certains usages ou on active des ressources distribuées. En pratique, une tarification complexe peut transférer le risque vers l'utilisateur qui comprend le moins le marché, tandis que les entreprises dotées de logiciels et d'équipes spécialisées captent les opportunités.

Une démocratie énergétique doit donc décomposer le mot contrôle. Il faut savoir qui peut décider de l'investissement initial ; qui choisit le fournisseur et l'agrégateur ; qui possède les données de consommation ; qui peut désinstaller ou remplacer un équipement ; qui reçoit le revenu d'un service rendu au réseau ; qui supporte la panne ; qui arbitre un conflit entre intérêt individuel et besoin collectif. Ce sont ces droits, et non la seule position géographique du panneau, qui déterminent l'autonomie réelle.

La distribution matérielle crée cependant une possibilité politique nouvelle : comme les actifs sont physiquement dispersés, leur propriété peut l'être aussi. Rien n'oblige un parc de toitures, de batteries et de bornes de recharge à appartenir à une seule firme. Des coopératives, des municipalités, des bailleurs sociaux ou des fonds citoyens peuvent posséder des fractions du système. La technologie ne produit pas cette démocratie, mais elle rend son architecture matériellement crédible.

5. Communautés d'énergie : déplacer la propriété autant que les électrons

L'Union européenne reconnaît désormais explicitement plusieurs formes de communautés énergétiques permettant à des citoyens, collectivités, associations et petites entreprises de produire, partager, vendre ou consommer de l'énergie. Cette reconnaissance juridique est importante parce qu'elle transforme

ce qui était souvent un arrangement local toléré en un droit organisé : les habitants peuvent devenir des acteurs collectifs du système électrique plutôt que de simples clients individuels.

Le terme communauté ne doit pourtant pas être idéalisé. L'IRENA insiste sur la diversité des formes de propriété : coopératives, associations, organisations sans but lucratif, partenariats locaux et autres montages. La gouvernance coopérative, avec le principe d'une voix par membre, peut limiter la domination proportionnelle au capital ; mais elle n'efface pas les inégalités de temps, de compétence, de revenu et d'accès au crédit. Un projet entièrement financé par les contributions volontaires des propriétaires peut exclure précisément ceux qui subissent le plus la précarité énergétique.

La conception institutionnelle doit donc traiter l'inclusion comme une fonction centrale. Un fonds public ou coopératif peut avancer l'investissement pour les ménages modestes. Les revenus peuvent financer une baisse des factures ou des travaux d'efficacité énergétique. Les locataires peuvent participer même lorsqu'ils ne possèdent pas la toiture. Les bâtiments publics peuvent accueillir des installations dont les bénéfices sont distribués à l'échelle du quartier. La participation peut donner un droit de vote sans exiger une part de capital élevée.

Ces mécanismes ne sont pas accessoires : ils déterminent si la transition produit une nouvelle classe de petits propriétaires énergétiques ou une capacité réellement partagée. L'IRENA souligne que la propriété et la participation communautaires peuvent améliorer l'acceptation des projets, conserver davantage de bénéfices économiques localement et soutenir une transition plus juste, mais elle recommande précisément des outils financiers et des dispositifs d'accompagnement pour que les communautés les plus vulnérables puissent participer.

Une communauté énergétique mature devrait donc être jugée sur autre chose que sa production annuelle. Qui participe aux assemblées ? Qui bénéficie des économies ? Les ménages sans capital ont-ils un accès réel ? Les compétences de maintenance restent-elles sur le territoire ? Les données sont-elles accessibles ?

Le projet contribue-t-il aux rénovations des logements les plus énergivores ? Une communauté qui répond à ces questions devient une institution de capacité, pas seulement une société de production électrique.

6. Régies, coopératives et fédérations : plusieurs échelles de propriété

Aucune forme juridique unique ne peut convenir à toutes les fonctions énergétiques. Une régie publique locale peut être adaptée à un réseau de chaleur, à une production municipale ou à l'exploitation d'équipements communs. Une coopérative peut organiser un portefeuille d'installations détenues par ses membres. Une société d'économie mixte peut réunir capitaux publics et privés. Un gestionnaire national ou régional peut rester indispensable pour le transport à haute tension et l'équilibre général du système.

La logique fédérative consiste à attribuer chaque fonction à l'échelle où elle peut être accomplie de manière robuste sans retirer inutilement du pouvoir aux niveaux inférieurs. Une commune n'a pas besoin de gérer seule un réseau de transport continental. Un opérateur de transport n'a pas besoin de décider quel toit communal recevra une installation solaire. Entre les deux, des coopératives régionales peuvent mutualiser l'achat, la maintenance spécialisée, la prévision et la commercialisation des excédents.

Ce partage rappelle une idée plus générale du livre : décentraliser ne veut pas dire fragmenter. Une fédération permet à de petites unités de bénéficier d'une capacité collective sans être absorbées par une organisation unique. Les achats groupés peuvent réduire les coûts ; des équipes régionales peuvent maintenir des équipements complexes ; une caisse commune peut assurer les pannes rares ; les données agrégées peuvent aider au pilotage tout en conservant des droits locaux.

La frontière entre public et coopératif doit elle-même rester pragmatique. Une régie démocratique peut être plus ouverte qu'une coopérative fermée ; une coopérative active peut être plus

participative qu'une administration distante. Le critère n'est pas l'étiquette mais la distribution des droits : accès, information, vote, recours, partage des bénéfices, responsabilité et possibilité de quitter ou de transformer le dispositif.

7. Stockage : déplacer l'électricité dans le temps

Le stockage est souvent présenté comme la solution générale à l'intermittence. Il faut préciser ce qu'il fait réellement. Une batterie déplace de l'énergie dans le temps, fournit des réponses rapides pour la stabilité du réseau et peut secourir une charge pendant une coupure. Elle ne crée pas d'énergie et ne résout pas automatiquement les déficits de plusieurs semaines ou les variations saisonnières. Son utilité dépend de la durée, de la puissance, du nombre de cycles, du coût et du service attendu.

L'AIE considère les batteries comme une technologie centrale de la transition et estime que, dans son scénario de neutralité carbone, la capacité mondiale de stockage devrait être multipliée par six d'ici 2030 par rapport à 2023, les batteries fournissant la grande majorité de cette augmentation. Elle souligne aussi leur force particulière pour les besoins de flexibilité de courte durée, typiquement de l'ordre d'une à huit heures, ainsi que pour les services très rapides de stabilisation.

Cette spécialisation invite à diversifier les moyens. Les stations de transfert d'énergie par pompage peuvent stocker de grandes quantités lorsque la géographie s'y prête. La chaleur peut être stockée dans l'eau, les bâtiments ou des réservoirs thermiques. Certains procédés industriels peuvent déplacer leur demande. Les véhicules électriques peuvent moduler leur recharge ; dans certains cas, ils peuvent aussi restituer de l'électricité. Les interconnexions échangent les variations entre régions. La meilleure architecture n'est pas un immense parc de batteries, mais un portefeuille de ressources adaptées à des temporalités différentes.

Le stockage distribué crée de nouveau une question de gouvernance. Une batterie domestique peut être achetée pour sécuriser un logement, mais sa puissance peut aussi être agrégée

avec celle de milliers d'autres pour fournir un service au réseau. Cette valorisation collective peut financer une partie de l'investissement, à condition que le contrat soit intelligible, que l'utilisateur conserve des réserves minimales pour ses propres besoins et que les règles de partage des revenus soient transparentes.

La durée de vie et le dimensionnement comptent autant que le déploiement. Une batterie surdimensionnée immobilise davantage de matières et de capital. Une petite voiture électrique légère peut rendre le même service de mobilité avec une batterie moindre qu'un véhicule massif. L'AIE souligne d'ailleurs que limiter le surdimensionnement des batteries automobiles pourrait économiser des volumes considérables de capacité. La sobriété matérielle commence donc aussi dans le choix des tailles.

8. Flexibilité de la demande : coopération ou discipline imposée ?

Un système électrique peut s'équilibrer non seulement en modifiant la production, mais aussi en déplaçant certains usages. Un chauffe-eau peut fonctionner avant une pointe ; une chambre froide peut accumuler du froid ; une recharge de véhicule peut attendre quelques heures ; un procédé industriel peut parfois être planifié lorsque l'électricité renouvelable est abondante. Cette flexibilité de la demande peut réduire les congestions, limiter l'écêtement des renouvelables et éviter certains investissements de pointe.

Les données récentes de l'AIE montrent que la congestion et l'écêtement représentent déjà des coûts significatifs dans les grands marchés électriques. La flexibilité peut donc produire une valeur collective réelle. Mais son organisation est politique. Si le signal de prix devient l'unique mécanisme, les personnes riches peuvent continuer à consommer quand elles le souhaitent tandis que les ménages contraints déplacent leurs besoins essentiels pour éviter des tarifs élevés.

Il faut distinguer flexibilité confortable et privation. Décaler une recharge de voiture pendant la nuit n'est pas comparable au fait de réduire le chauffage d'un logement mal isolé. Couper

momentanément une pompe industrielle non critique n'est pas comparable à suspendre un équipement médical. La tarification et les programmes de pilotage doivent classer les usages selon leurs contraintes réelles, offrir des possibilités de refus et protéger une quantité d'énergie suffisante pour les besoins essentiels.

Une flexibilité démocratique peut fonctionner comme un service rémunéré. Le ménage ou l'entreprise accepte de déplacer certains usages en échange d'une réduction tarifaire ou d'un paiement, avec des règles compréhensibles et des seuils de confort. Les bénéfices de l'optimisation sont alors partagés. L'infrastructure numérique devient un outil de coordination plutôt qu'un système de discipline invisible.

Cette distinction est fondamentale pour la transition : un système plus flexible n'a pas besoin d'être un système plus autoritaire. La variabilité peut être gérée par des contrats transparents, des automatismes contrôlables et une représentation des usagers. La technique rend possible la réaction rapide ; l'institution détermine qui supporte l'effort.

9. Micro-réseaux : la résilience sans fantasme d'autarcie

Un micro-réseau regroupe des charges et des ressources distribuées capables, dans certaines configurations, de se séparer temporairement du réseau principal et de maintenir un ensemble de services. Cette faculté d'ilotage le distingue d'un simple quartier équipé de panneaux. Le système doit disposer d'une stratégie de contrôle, de sources capables de stabiliser localement la fréquence et la tension, de protections adaptées et souvent d'un stockage ou d'une production pilotable.

L'intérêt est particulièrement clair pour les infrastructures critiques. Un hôpital, un centre d'accueil, une station de pompage d'eau ou un poste de secours peut continuer à fonctionner lors d'une panne générale si le micro-réseau a été dimensionné pour ses charges prioritaires. Le NREL souligne précisément ce rôle de résilience et insiste sur la capacité à se déconnecter du réseau, à

alimenter les charges critiques puis à se resynchroniser lorsque le service général revient.

La guerre en Ukraine a donné à cette architecture une signification brutale. L'AIE estime qu'une grande partie de la capacité pilotable ukrainienne a été occupée, endommagée ou détruite depuis 2022 et propose un développement rapide de ressources distribuées pour réduire la vulnérabilité aux attaques ciblées. Son analyse 2025 estime qu'un chemin de reconstruction plus décentralisé nécessiterait de l'ordre de 24 GW supplémentaires de solaire distribué et 5,6 GW de stockage batterie d'ici 2030. Le raisonnement n'est pas qu'une petite installation serait invulnérable, mais qu'un système sans point unique de défaillance est plus difficile à neutraliser et plus rapide à réparer par fragments.

Le projet de micro-réseau communautaire de Merefá étudié avec le NREL illustre aussi la sobriété nécessaire dans l'analyse : le concept combine solaire, batteries et générateurs conventionnels. La résilience n'est pas obtenue par pureté technologique mais par combinaison de ressources capables de maintenir les charges indispensables dans des conditions difficiles.

Cette leçon vaut au-delà de la guerre. Feux, tempêtes, inondations, canicules et cyberattaques peuvent interrompre les réseaux. Une politique territoriale devrait identifier les charges vitales, prévoir des modes dégradés, tester régulièrement l'ilotage et garantir que les personnes savent exploiter le système sans dépendre entièrement d'une connexion distante. Un micro-réseau non testé, dont le mot de passe du contrôleur est inconnu ou dont la batterie est mal entretenue, n'est qu'une promesse de résilience.

10. La couche numérique : le nouveau poste de commande

La distribution énergétique s'accompagne d'une multiplication des capteurs, compteurs, onduleurs, chargeurs, batteries et logiciels de prévision. Cette intelligence rend possible une coordination fine : ajuster la tension, détecter une panne,

programmer une recharge, agréger des milliers de petits actifs. Elle crée en même temps une nouvelle surface de dépendance.

Un dispositif physiquement installé chez l'utilisateur peut être configuré à distance par un serveur externe. Une mise à jour peut modifier son comportement. Une entreprise peut cesser son activité et rendre certaines fonctions inaccessibles. Les données de consommation peuvent révéler des habitudes de présence, des horaires et des usages domestiques. La souveraineté énergétique exige donc aussi une souveraineté minimale sur la couche numérique.

Trois principes sont particulièrement importants. Premièrement, le fonctionnement essentiel doit être possible localement lorsque les communications externes sont indisponibles. Deuxièmement, les interfaces et protocoles doivent être suffisamment documentés pour permettre le changement de prestataire. Troisièmement, l'accès aux données doit être proportionné à la fonction : un opérateur n'a pas besoin de connaître davantage de détails qu'il n'en faut pour assurer le service convenu.

La cybersécurité ne peut pas être traitée après coup. Plus les petits actifs participent au fonctionnement du réseau, plus une attaque coordonnée sur leurs contrôleurs peut devenir systémique. Les mises à jour signées, l'authentification, la segmentation des réseaux, les procédures de reprise manuelle et l'audit des fournisseurs deviennent des fonctions d'infrastructure. L'ouverture technique ne signifie pas l'absence de sécurité ; elle signifie que les mécanismes essentiels peuvent être inspectés, maintenus et remplacés sans dépendance absolue à un acteur.

L'AIE souligne plus largement que la numérisation peut améliorer considérablement l'usage des réseaux et éviter certains investissements physiques, mais que ces bénéfices exigent des investissements dans les capacités numériques et la sécurité. Le réseau intelligent ne doit pas être un réseau incompréhensible. L'intelligence collective exige des personnes capables de contester et de réparer l'intelligence logicielle.

11. Matériaux : la décentralisation électrique peut cacher une concentration minière

Le passage des combustibles fossiles aux technologies électriques modifie la structure matérielle de la dépendance. Une centrale à charbon consomme continuellement du combustible ; un panneau, une éolienne, une batterie et une ligne mobilisent davantage de matières au moment de leur construction puis fonctionnent sans consommation de combustible fossile comparable. Cette différence est importante, mais elle ne rend pas les équipements immatériels.

Le cuivre est nécessaire aux réseaux, moteurs et câbles. Les batteries peuvent mobiliser lithium, graphite, nickel ou autres matériaux selon leur chimie. Certaines éoliennes utilisent des terres rares dans leurs aimants. Les chaînes de raffinage restent souvent plus concentrées que les ressources géologiques elles-mêmes. L'AIE indique par exemple que, pour plusieurs terres rares utilisées dans les technologies énergétiques, la concentration des trois premiers pays de raffinage reste supérieure à 90 % dans ses projections à 2030.

La réponse ne peut pas être de renoncer à toute électrification parce qu'elle utilise des minerais. Il faut comparer les systèmes sur l'ensemble de leur cycle et surtout réduire les besoins évitables. Un réseau mieux utilisé peut nécessiter moins de renforcement. Un véhicule plus léger utilise une batterie plus petite. Des équipements durables évitent le renouvellement prématuré. Le recyclage peut fournir une part croissante des matières, mais il ne remplace pas immédiatement l'extraction lorsque les parcs installés augmentent rapidement.

Une démocratie énergétique doit donc regarder au-delà du territoire qui consomme. Une coopérative européenne ne devient pas juste simplement parce que ses panneaux sont détenus localement. Elle doit pouvoir exiger de ses fournisseurs de la traçabilité, des normes sociales et environnementales, une réparabilité des onduleurs et une stratégie de fin de vie. Les politiques nationales doivent diversifier les approvisionnements et

développer le recyclage sans transformer d'autres régions en zones sacrifiées.

Cette dimension relie la décentralisation au principe de sobriété. Plus une société réduit les usages énergétiques sans valeur réelle, moins elle doit construire d'infrastructures et extraire de matériaux. L'efficacité d'une technologie et la réduction de la demande sont complémentaires. Une architecture distributive devient plus réaliste lorsque les besoins qu'elle doit satisfaire restent compatibles avec les ressources disponibles.

12. Objection : certaines infrastructures gagnent à rester grandes

La décentralisation peut devenir une idéologie aussi aveugle que le centralisme qu'elle critique. Certaines fonctions énergétiques bénéficient fortement de la grande échelle. Les réseaux de transport relient des régions aux profils météorologiques différents. De grands barrages peuvent fournir stockage et puissance pilotable là où leurs impacts sont acceptables. Des centrales nucléaires produisent de grandes quantités d'électricité bas-carbone et pilotable sur de longues périodes. Certaines industries lourdes ont des besoins énergétiques qu'une somme de petites installations locales ne peut satisfaire efficacement sans réseau robuste.

L'objection nucléaire mérite d'être formulée sans caricature. L'AIE décrit le nucléaire comme une source bas-carbone et pilotable pouvant contribuer à la sécurité électrique et compléter les renouvelables. Les analyses de cycle de vie de la CEE-ONU placent également le nucléaire, l'éolien et plusieurs formes de solaire très en dessous du charbon et du gaz pour les émissions de gaz à effet de serre par kilowattheure sur le cycle de vie, même si leurs autres impacts et leurs profils de risques diffèrent.

La question politique n'est donc pas de déclarer qu'une technologie grande est nécessairement dominatrice. Une centrale nucléaire peut être publique et soumise à une forte régulation démocratique ; un million de batteries domestiques peuvent être

contrôlées par une seule plateforme privée. La taille matérielle influence la gouvernance, mais ne la détermine pas complètement.

Il existe toutefois des différences structurelles. Les projets nucléaires exigent des capitaux, des compétences, une régulation et des horizons de construction qui rendent impossible une appropriation de quartier comparable à celle d'un toit solaire. Les déchets, la sûreté et les responsabilités s'étendent sur des durées longues. À l'inverse, une architecture exclusivement fondée sur de petites unités variables doit assumer davantage de réseau, de stockage, de flexibilité et de surcapacité. Aucun système sérieux n'échappe aux coûts de coordination.

Une politique noosphique au sens faible du terme - c'est-à-dire attentive aux contradictions réelles - ne choisit donc pas l'échelle avant d'examiner la fonction. Elle demande : quelle combinaison réduit les émissions, garantit la continuité, limite les risques, reste finançable et distribue suffisamment le pouvoir ? Le principe de décentralisation devient alors une préférence pour la subsidiarité et la pluralité, non un interdit contre toute grande infrastructure.

13. Tarifs, coûts du réseau et solidarité

La multiplication de l'autoproduction pose un problème distributif souvent négligé. Une partie de la facture d'électricité finance non seulement l'énergie consommée mais aussi les réseaux, les services de secours, les politiques publiques et parfois des mécanismes de solidarité. Si les ménages les plus aisés réduisent fortement leur facture grâce à des équipements qu'ils ont seuls les moyens de financer, les coûts fixes peuvent se reporter sur les autres usagers.

Il serait injuste d'en conclure qu'il faut empêcher l'autoproduction. Il faut plutôt concevoir des tarifs capables de distinguer l'énergie, la puissance, l'accès au réseau et les services collectifs. Un producteur local qui injecte au moment d'une congestion favorable rend un service différent de celui qui exporte lorsque le réseau est déjà saturé. Une batterie disponible pour une urgence crée une valeur différente d'une batterie utilisée uniquement pour arbitrer des prix.

Les tarifs doivent rester intelligibles. Une optimisation parfaite sur le papier peut devenir socialement illégitime si personne ne peut vérifier sa facture. Les ménages ont besoin d'un socle simple et prévisible, tandis que les signaux plus fins peuvent être proposés pour les usages flexibles et les acteurs capables d'y répondre. La complexité technique du système n'oblige pas à imposer la même complexité cognitive à chaque citoyen.

La solidarité doit aussi exister entre territoires. Une région rurale peut accueillir des lignes, des parcs éoliens ou des centrales dont l'électricité alimente de grandes métropoles. Une ville peut disposer de revenus plus élevés pour financer ses propres installations. La fédération énergétique doit reconnaître ces asymétries par des mécanismes de redistribution, d'investissement et de participation aux décisions. Le territoire producteur ne doit pas devenir une simple périphérie de ressources.

14. Justice énergétique : l'accès avant la propriété

L'énergie est une condition de participation sociale. Un logement insuffisamment chauffé, une facture impayable ou une mobilité inaccessible limitent directement la santé, le travail, l'éducation et le lien social. Une politique de décentralisation qui commence par subventionner les propriétaires de grandes maisons sans traiter les logements précaires peut donc augmenter les inégalités tout en améliorant ses indicateurs de production renouvelable.

La priorité doit être la capacité énergétique suffisante. Cela implique d'abord l'efficacité des bâtiments, parce qu'une énergie non nécessaire n'a pas besoin d'être produite. Cela implique ensuite des tarifs ou aides capables de garantir les usages essentiels. Enfin, cela implique que les personnes qui ne possèdent aucun toit puissent bénéficier des investissements collectifs : solaire sur les écoles, parcs citoyens, réseaux de chaleur, communautés d'autoconsommation, parts coopératives financées par la collectivité.

La justice concerne aussi la participation. Les réunions techniques en soirée favorisent les personnes disposant de temps et de compétences. Les documents financiers peuvent exclure les habitants peu familiers du secteur. Une communauté énergétique qui veut devenir une institution populaire doit rémunérer certaines fonctions de participation, organiser de la formation et simplifier les décisions sans les vider de leur substance.

L'accès avant la propriété ne signifie pas que la propriété n'a aucune importance. Elle signifie que la transition ne doit pas transformer l'accès à une infrastructure essentielle en récompense réservée à ceux qui ont pu investir tôt. La propriété coopérative, publique ou individuelle doit être combinée avec un droit universel à un service énergétique suffisant et avec une réduction prioritaire des logements et équipements les plus inefficaces.

15. Une architecture fédérée de l'énergie

À partir des tensions précédentes, une architecture cohérente peut être décrite sans prétendre qu'un modèle unique conviendra partout. Le premier niveau est celui du bâtiment et de l'équipement : efficacité, autoconsommation lorsqu'elle est pertinente, pilotage local, capacité de fonctionner manuellement et maintenance accessible. Le deuxième niveau est celui du quartier ou de la commune : production partagée, réseaux de chaleur, batteries mutualisées, infrastructures critiques et dispositifs contre la précarité énergétique.

Le troisième niveau est régional : mutualisation des ressources, équipes spécialisées, achats, stockage de plus grande taille, planification des renforcements du réseau, intégration de la production industrielle et coordination des transports. Le quatrième niveau est national ou supranational : transport à haute tension, sécurité systémique, grands moyens de production, marchés de gros, réserves stratégiques, normes, solidarité entre régions et relations internationales sur les matériaux.

Aucun de ces niveaux ne doit absorber automatiquement les autres. Une règle de subsidiarité peut être formulée : décider au niveau le plus proche capable d'assumer la fonction sans

transférer les coûts aux autres. Mais cette règle doit être complétée par une règle de solidarité : un territoire ne peut invoquer son autonomie pour externaliser ses émissions, ses déchets, ses besoins de secours ou ses risques sur ses voisins.

Cette fédération suppose des droits concrets. Droit à l'information sur les coûts et la production. Droit d'accéder aux données de son propre équipement. Droit de changer de prestataire lorsque la sécurité le permet. Droit de participer à la gouvernance des actifs collectifs. Droit à une énergie suffisante. Droit à la réparation et à la documentation des équipements essentiels. Obligation de contribuer aux infrastructures communes lorsqu'on en dépend. Obligation de partager les bénéfices lorsque des ressources territoriales sont mobilisées.

La planification conserve ici une fonction essentielle. La production distribuée ne dispense pas de décider où renforcer une ligne, quelles charges protéger, quelles compétences former et quelles réserves maintenir. Ce qui change est la manière de planifier : davantage de données ascendantes, de scénarios publics, de décisions contestables et de responsabilités réparties. La planification ne s'oppose pas à l'autonomie lorsqu'elle coordonne des capacités plutôt qu'elle les remplace.

16. Conclusion — Distribuer la capacité, pas seulement les machines

La transition énergétique offre une possibilité que Kropotkine aurait immédiatement reconnue : une force motrice abondante peut être produite par une multitude d'unités et rapprochée des lieux de vie et de travail. Mais l'histoire du siècle écoulé oblige à ajouter une correction. Une infrastructure ne devient pas libre parce qu'elle est petite, locale ou renouvelable. Elle devient une capacité partagée lorsque les personnes peuvent participer à sa gouvernance, comprendre ses dépendances et maintenir une possibilité de reprise.

Le solaire distribué, les batteries, la réponse à la demande et les micro-réseaux élargissent les choix. Les grands réseaux, certaines productions pilotables et les interconnexions restent

indispensables à la mutualisation. Les matières et le numérique créent de nouvelles dépendances qu'il faut gouverner au lieu de les cacher. La résilience exige des équipements, mais aussi des personnes formées, des procédures de fonctionnement dégradé et des institutions capables de coopérer pendant la crise.

La véritable opposition n'est donc pas entre centralisation et dispersion. Elle est entre une dépendance opaque, où les décisions sont prises ailleurs sans prise sur elles, et une interdépendance organisée, où chaque niveau connaît ses responsabilités et dispose de moyens d'action. Une maison peut être autonome quelques heures et dépendre d'un réseau continental le reste du temps. Une commune peut produire davantage qu'elle ne consomme et avoir besoin d'un fonds national pour financer sa ligne. Ces relations ne sont pas des échecs de la décentralisation ; elles en sont la matière politique.

Une démocratie énergétique matérielle doit enfin répondre à une question simple : lorsque l'électricité manque, lorsqu'un équipement tombe en panne ou lorsqu'un prix augmente, qui possède encore une possibilité réelle d'agir ? Si la réponse est toujours « le fournisseur, la plateforme ou l'administration centrale », les panneaux distribués n'auront pas distribué la capacité. Si les citoyens, techniciens, collectivités et opérateurs peuvent se coordonner, intervenir et contester les règles, alors l'énergie devient l'une des infrastructures d'une société réellement fédérée.

Notes et références du chapitre 8

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, Londres, 1899 ; édition révisée, Thomas Nelson & Sons, 1912. Le chapitre reprend sa question de la diffusion de la force motrice sans supposer que ses conclusions institutionnelles se transposent directement au système électrique contemporain.

2. Agence internationale de l'énergie (AIE), *Renewables 2025*, section « Renewable electricity ». L'AIE projette environ 4 600 GW d'ajouts renouvelables entre 2025 et 2030 ; le solaire photovoltaïque, à grande échelle et distribué, représente près de 80 % de l'expansion mondiale des capacités renouvelables dans cette projection.

3. AIE, Electricity Grids and Secure Energy Transitions, 2023. Le rapport insiste sur le risque que les réseaux deviennent le maillon faible de la transition et estime qu'environ 80 millions de kilomètres de réseaux doivent être ajoutés ou remplacés d'ici 2040 pour répondre aux objectifs nationaux annoncés.
4. Commission européenne, « Energy communities » et « Setting up an energy community », consultation 2026. Le droit européen reconnaît la possibilité pour citoyens, collectivités, petites entreprises et autres acteurs de produire, partager, vendre et consommer de l'énergie dans le cadre de communautés énergétiques.
5. IRENA Coalition for Action, Community Energy Benefits: Powering Universal Wellbeing, 2024. Le rapport examine les bénéfices sociaux, économiques et environnementaux de la propriété et de la participation communautaires et insiste sur le partage équitable des bénéfices.
6. IRENA Coalition for Action, Stimulating Investment in Community Energy: Broadening the Ownership of Renewables, 2020. Le rapport présente notamment les formes coopératives, associatives et sans but lucratif, et recommande des mécanismes de financement ciblés pour permettre la participation des communautés vulnérables.
7. AIE, Batteries and Secure Energy Transitions, 2024. Dans le scénario NZE, la capacité mondiale de stockage doit atteindre environ 1 500 GW en 2030, soit une multiplication par six ; les batteries représentent l'essentiel de l'augmentation et sont particulièrement adaptées aux besoins de flexibilité de courte durée.
8. AIE, The Value of Demand Flexibility, executive summary, 2025/2026. L'AIE documente les coûts croissants de congestion et d'écêtement et souligne que la flexibilité de la demande doit être soutenue par des politiques socialement inclusives, des incitations claires et des investissements numériques et de cybersécurité.
9. National Renewable Energy Laboratory (NREL), Introduction to Microgrids, 2025 ; et Check the Stack: An Enabling Framework for Resilient Microgrids, 2018. Le NREL définit le micro-réseau par la combinaison de charges et de ressources distribuées, avec la capacité de s'isoler du réseau principal et d'alimenter des charges prioritaires.
10. AIE, Empowering Ukraine Through a Decentralised Electricity System, 2024 ; Policy Options to Accelerate Distributed Solar PV in Ukraine, 2025. L'AIE relie le développement de ressources distribuées à la sécurité du système ukrainien et estime qu'un chemin vers 2030 nécessiterait plus de 24 GW de solaire distribué additionnel et environ 5,6 GW de nouveaux systèmes de stockage batterie.
11. NREL, Meref Community Microgrid: Supporting Distributed Energy Resource Deployment in Ukraine, 2024. La conception conceptuelle étudiée combine photovoltaïque, batteries et générateurs à gaz pour concilier coût, résilience et objectifs renouvelables.
12. AIE, Global Critical Minerals Outlook 2025 et fiches par minéral, notamment Rare Earth Elements 2025. Les données montrent la forte concentration

géographique persistante de certaines chaînes de raffinage ; pour les terres rares considérées, les trois premiers pays représenteraient encore plus de 90 % du raffinage en 2030 dans les projections citées.

13. Commission économique des Nations unies pour l'Europe (CEE-ONU), Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options, 2021-2022. L'étude compare les impacts de cycle de vie de plusieurs filières et confirme les émissions de gaz à effet de serre très inférieures du nucléaire, de l'éolien et du solaire par rapport au charbon et au gaz, sans conclure que leurs autres impacts sont identiques.

14. AIE, The Path to a New Era for Nuclear Energy, 2025. L'AIE décrit l'énergie nucléaire comme une source d'électricité et de chaleur bas-carbone, pilotable et disponible en continu, susceptible de compléter les renouvelables dans certains systèmes ; le chapitre utilise cette référence comme objection à une décentralisation conçue comme dogme technologique.

15. AIE, Unlocking Smart Grid Opportunities in Emerging Markets and Developing Economies, 2023, et travaux associés sur la numérisation des réseaux. La numérisation peut améliorer l'utilisation des actifs et l'intégration des renouvelables mais augmente aussi l'importance des compétences, de l'interopérabilité et de la cybersécurité.

16. Elinor Ostrom, Governing the Commons, Cambridge University Press, 1990. La référence ne fournit pas un modèle prêt à l'emploi pour le réseau électrique ; elle soutient l'idée générale que des ressources communes peuvent être gouvernées par des règles institutionnelles polycentriques plutôt que par la seule opposition entre propriété privée et commandement central.

PRODUIRE MOINS, MAINTENIR DAVANTAGE

L'atelier du XXI^e siècle ne se définit pas seulement par ce qu'il sait fabriquer. Il se définit par ce qu'il sait empêcher de devenir prématurément déchet.

Après l'atelier numérique et l'énergie distribuée, une troisième capacité devient décisive : maintenir. Plus une société dépend d'objets complexes, de logiciels et d'infrastructures techniques, plus la faculté de prolonger leur fonctionnement devient une question économique et politique. Une machine localement accessible mais impossible à ouvrir, diagnostiquer ou mettre à jour n'est qu'une autonomie apparente.

La proposition de ce chapitre est donc simple mais exigeante : une économie réellement décentralisée doit déplacer une part de son intelligence, de ses revenus et de son prestige de la fabrication du neuf vers la continuité du déjà-là. Produire moins ne vaut que si l'on sait maintenir davantage.

1. Le vrai contraire du gaspillage n'est pas le recyclage

Une économie industrielle peut recycler davantage tout en continuant à accélérer le renouvellement des objets. Elle peut améliorer le tri, récupérer des métaux, incorporer des matières secondaires et pourtant maintenir intacte la logique qui fait du remplacement rapide la norme. Le problème n'est donc pas seulement ce qui arrive à l'objet lorsqu'il devient déchet. Il commence beaucoup plus tôt : au moment où l'on décide combien de temps il doit rester utile, s'il pourra être ouvert, si sa batterie pourra être remplacée, si les pièces seront disponibles et si un réparateur indépendant aura accès au diagnostic.

Le Global Resources Outlook 2024 du Programme des Nations unies pour l'environnement rappelle l'échelle matérielle de cette question : l'extraction mondiale de ressources a triplé en cinq

décennies et pourrait encore augmenter fortement d'ici 2060 si les trajectoires actuelles se poursuivent. Le Global Waste Management Outlook 2024 projette de son côté une augmentation des déchets municipaux mondiaux de 2,1 milliards de tonnes en 2023 à 3,8 milliards en 2050. Ces chiffres ne disent pas qu'un téléphone réparé suffira à résoudre la crise matérielle. Ils montrent pourquoi la durée des objets devient un problème industriel de premier rang.

La hiérarchie utile est donc plus exigeante que le simple recyclage : éviter une production sans utilité réelle ; réduire la quantité de matière nécessaire ; allonger la durée d'usage ; partager lorsque l'intensité d'utilisation est faible ; entretenir ; réparer ; réemployer ; reconditionner ; remanufacturer ; puis seulement recycler ce qui ne peut plus conserver une fonction. Le recyclage reste indispensable, mais il intervient après la destruction d'une forme productive qui avait déjà incorporé énergie, travail, connaissances, transport et matériaux.

Produire moins ne signifie donc pas produire négligemment. C'est presque l'inverse. Lorsque le renouvellement permanent cesse d'être la condition de l'activité économique, chaque objet doit devenir plus intelligible, plus maintenable et plus durable. L'atelier du XXI^e siècle n'est pas seulement l'endroit où l'on fabrique. Il est aussi l'endroit où l'on maintient le monde déjà construit.

2. Pourquoi le remplacement paraît souvent rationnel

Le consommateur ne jette pas nécessairement parce qu'il méprise les objets. Dans de nombreux cas, l'organisation économique rend le remplacement rationnel à son échelle individuelle. Un appareil neuf bénéficie de la production de masse, de chaînes logistiques optimisées et parfois de marges très faibles sur le matériel. La réparation, elle, mobilise du temps de diagnostic, une main-d'œuvre qualifiée, une pièce spécifique, un transport inverse, une garantie sur l'intervention et parfois un logiciel propriétaire. Un produit fabriqué en quelques minutes

dans une usine automatisée peut exiger une heure de travail humain pour être diagnostiqué localement.

Ce paradoxe est souvent présenté comme une preuve que la réparation appartient au passé. C'est oublier que les prix ne reflètent pas nécessairement tous les coûts. L'extraction des matières, certaines pollutions, la production de déchets, les infrastructures de traitement et une partie des conséquences climatiques sont supportées collectivement. Inversement, le savoir d'un réparateur, la disponibilité d'un atelier de quartier et la conservation d'une capacité locale créent des bénéfices qui n'apparaissent pas toujours dans le prix de l'intervention.

Le remplacement devient encore plus attractif lorsque les fabricants organisent eux-mêmes l'asymétrie. Une batterie collée, une vis propriétaire, une pièce non vendue séparément, un numéro de série appairé au logiciel, un manuel réservé au réseau agréé ou un diagnostic impossible sans serveur externe peuvent transformer une panne banale en fin de vie économique. Le rapport *Nixing the Fix* de la Federal Trade Commission américaine a recensé plusieurs de ces restrictions et souligné la faiblesse des preuves générales avancées pour justifier certaines limitations à la réparation indépendante.

Une politique de maintenance doit donc agir sur les prix mais aussi sur l'architecture technique. Subventionner la réparation d'un objet indémontable ne suffit pas. Rendre les pièces disponibles sans documentation ne suffit pas. Former des réparateurs sans leur donner les logiciels de diagnostic ne suffit pas. La réparabilité est un système de conditions qui doivent fonctionner ensemble.

3. La maintenance est une production de continuité

La maintenance est souvent invisible parce que son meilleur résultat est l'absence d'événement. La toiture ne fuit pas. Le serveur ne tombe pas. La pompe continue de fonctionner. Le train part. Le fauteuil roulant conserve son freinage. Cette absence de panne est difficile à célébrer : elle ne crée pas toujours un objet neuf, n'apparaît pas comme une innovation et peut même réduire

les ventes futures. Pourtant elle produit quelque chose de précis : de la continuité fonctionnelle.

Cette fonction oblige à élargir la notion de productivité. Si deux organisations fournissent le même service pendant dix ans, mais que la première remplace trois fois ses équipements tandis que la seconde entretient les siens, le nombre d'unités vendues mesure mal leur contribution réelle. Une économie centrée sur l'usage devrait suivre le nombre d'heures de service, la durée de disponibilité, le coût total de possession, la quantité de matière mobilisée, la facilité de remise en état et la résilience en cas de rupture d'approvisionnement.

La maintenance est également un travail cognitif. Diagnostiquer suppose de comparer un fonctionnement attendu à un fonctionnement réel, formuler des hypothèses, isoler une cause, interpréter des traces, connaître l'histoire d'un équipement et décider jusqu'où intervenir. Le technicien compétent ne remplace pas mécaniquement des pièces : il produit une compréhension située de la machine. C'est pourquoi la standardisation excessive des procédures peut paradoxalement déqualifier la maintenance lorsqu'elle transforme le réparateur en simple exécutant d'un diagnostic décidé à distance.

Dans une économie décentralisée, cette intelligence pratique devient une infrastructure. Elle permet d'éviter qu'une communauté équipée de machines, de panneaux solaires, de pompes, de vélos, d'ordinateurs et de dispositifs médicaux simples reste entièrement dépendante d'un centre éloigné pour chaque panne. L'autonomie n'est pas l'absence de spécialistes ; c'est la possibilité de savoir où se trouve la compétence, d'accéder aux informations et de conserver une part suffisante de la capacité d'intervention.

4. Le droit à la réparation : du slogan au système juridique

Le droit à la réparation est devenu un terrain majeur de politique industrielle parce qu'il transforme un problème individuel - "mon appareil est cassé" - en question de structure du

marché. Qui doit fournir les pièces ? À quel prix ? Pendant combien de temps ? Le fabricant peut-il réserver le diagnostic à son réseau ? Une garantie peut-elle être menacée par une intervention indépendante ? Un verrou logiciel peut-il empêcher la remise en fonction d'une pièce pourtant compatible ?

L'Union européenne a adopté en 2024 la directive 2024/1799 établissant des règles communes visant à promouvoir la réparation des biens. Elle est entrée en vigueur le 30 juillet 2024 et doit être transposée par les États membres, avec application prévue à partir du 31 juillet 2026. Le texte crée notamment, pour des produits couverts par des exigences européennes de réparabilité, une obligation de réparation dans un délai raisonnable et à un prix raisonnable. Il complète les règles d'écoconception qui agissent en amont sur la disponibilité des pièces et la conception du produit.

Cette articulation est essentielle. Le droit du consommateur intervient après la panne ; l'écoconception intervient avant la vente. Une véritable politique de réparation doit tenir les deux extrémités. Si un fabricant doit accepter de réparer mais peut fixer un prix proche du neuf, le droit est faible. Si des pièces existent mais qu'il faut détruire l'appareil pour les atteindre, la disponibilité est nominale. Si l'objet est démontable mais que le firmware refuse la nouvelle pièce, la réparabilité matérielle est annulée par la couche numérique.

Le droit à la réparation doit enfin protéger une pluralité d'acteurs. Le réseau officiel peut rester utile pour certaines opérations sous garantie ou exigeant une certification. Mais l'utilisateur, l'artisan indépendant, la coopérative, l'atelier associatif et le reconditionneur doivent pouvoir accéder, selon le niveau de risque, aux informations nécessaires. La réparation devient alors un droit de marché, mais aussi un droit de compréhension technique.

5. Concevoir pour durer : l'écoconception change le cahier des charges

On ne répare bien que ce qui a été conçu pour pouvoir l'être. Une économie de maintenance déplace donc une partie de l'effort vers le bureau d'études. L'enjeu n'est pas de fabriquer des objets indestructibles, ce qui serait parfois impossible ou matériellement coûteux, mais de prévoir les points d'usure, les opérations d'entretien, les pièces susceptibles de tomber en panne, les interfaces et la manière dont l'objet pourra être démonté sans dommages disproportionnés.

Le règlement européen sur l'écoconception des produits durables, adopté en 2024, élargit ce cadre en faisant de la durabilité, de la réutilisabilité, de l'améliorabilité et de la réparabilité des propriétés susceptibles d'être réglementées pour de nombreux produits. Il introduit également le passeport numérique de produit, destiné à rendre accessibles des informations pertinentes sur le produit, ses composants et sa durabilité. Ce cadre ne garantit pas à lui seul la réparabilité, mais il transforme l'information technique en objet de politique publique.

Les règles européennes applicables aux smartphones et tablettes à partir de juin 2025 montrent ce que cette logique peut signifier concrètement : exigences de résistance, durabilité minimale des batteries, disponibilité de certaines pièces pendant plusieurs années après la fin des ventes du modèle, délais de livraison pour les pièces et accès non discriminatoire des réparateurs professionnels aux logiciels ou micrologiciels nécessaires au remplacement. Les mises à jour du système d'exploitation doivent également être assurées pendant une durée minimale définie.

La conception pour la durée impose néanmoins des arbitrages. Une coque vissée peut être plus facile à ouvrir mais plus épaisse. Un appareil étanche peut être plus difficile à démonter. Une modularité maximale peut augmenter le nombre de connecteurs et le volume de matière. Il n'existe donc pas de formule unique "réparable = écologique". L'écoconception doit comparer durée,

réparabilité, sécurité, masse, consommation énergétique et impacts de cycle de vie. Le principe reste toutefois simple : la fin de vie ne doit plus être une surprise laissée au dernier utilisateur.

6. Le logiciel est devenu une pièce détachée

Un nombre croissant d'objets ne peut plus être compris en séparant matériel et logiciel. Une batterie physiquement compatible peut être refusée par le système. Un tracteur, une voiture, une imprimante, un téléphone, un appareil médical ou une machine de cuisine professionnelle peuvent exiger une authentification, un programme de diagnostic, une calibration ou une autorisation distante. Dans ces conditions, la propriété matérielle ne donne pas automatiquement la maîtrise fonctionnelle.

La question n'est pas de nier la fonction légitime de certains verrous. Une calibration erronée peut créer un danger ; un logiciel peut protéger des données personnelles ; une modification peut affecter la conformité d'un dispositif médical. Mais ces risques doivent être traités par des exigences proportionnées, pas par une interdiction générale de comprendre ou maintenir l'objet. La sécurité peut imposer une qualification, un journal d'intervention ou une procédure de contrôle sans réserver éternellement toute opération au fabricant d'origine.

Le droit américain fournit un exemple intéressant de cette tension : les exemptions périodiques au régime anti-contournement du DMCA autorisent, pour certaines catégories d'équipements légalement acquis, la contournement de protections logicielles lorsqu'elle est nécessaire au diagnostic, à la maintenance ou à la réparation. Cette solution reste partielle et juridiquement complexe, mais elle reconnaît qu'un droit d'auteur sur le logiciel embarqué ne devrait pas automatiquement rendre illégitime la maintenance de l'objet acheté.

L'obsolescence logicielle devient ainsi une forme majeure d'obsolescence matérielle indirecte. Fermer un serveur peut transformer un appareil intact en déchet. Cesser les mises à jour de sécurité peut rendre une machine impossible à connecter.

Changer un format propriétaire peut rendre des données inaccessibles. Une politique de durée doit donc prévoir la sortie : documentation des protocoles, export des données, possibilité d'un fonctionnement local dégradé, durée de support annoncée et, lorsque cela est réaliste, ouverture du code ou des spécifications nécessaires à la continuité du service.

7. Standards ouverts et modularité : libérer sans tout uniformiser

La standardisation a une réputation ambivalente. Elle peut enfermer l'industrie dans des normes définies par les acteurs dominants, mais elle peut aussi libérer la maintenance. Une vis courante, un roulement standard, un connecteur documenté, une batterie interchangeable ou un format de fichier ouvert permettent à plusieurs fabricants et réparateurs de servir le même équipement. La concurrence se déplace alors de la capture de l'interface vers la qualité, le prix et le service.

La modularité produit un effet similaire lorsqu'elle permet de remplacer le composant défaillant sans jeter l'ensemble. Elle est particulièrement utile quand les sous-systèmes vieillissent à des vitesses différentes : batterie et châssis, écran et carte électronique, moteur et structure, alimentation et calcul. Mais la modularité n'est pas gratuite. Les interfaces occupent de l'espace, peuvent introduire de nouvelles pannes et compliquer certaines optimisations. Il faut donc viser la modularité aux endroits où l'usure, l'évolution ou la maintenance la rendent réellement utile.

Le principe institutionnel est plus général : lorsqu'une interface devient essentielle à la continuité d'un système, elle ne devrait pas pouvoir être utilisée comme simple instrument de dépendance. Les spécifications doivent être suffisamment accessibles pour permettre la fabrication de pièces compatibles ou l'interopérabilité, sous réserve des exigences de sécurité. Cela ne signifie pas que toutes les technologies doivent être gratuites ou sans propriété intellectuelle. Cela signifie que la propriété d'une innovation ne devrait pas nécessairement emporter la propriété perpétuelle de toutes les opérations de maintenance futures.

Une fédération d'ateliers a particulièrement intérêt à ces standards. Un stock régional de composants standards est plus robuste que des milliers de références exclusives. Une école technique peut enseigner des principes réutilisables. Les machines peuvent être cannibalisées intelligemment. La documentation accumulée dans un territoire reste utile au-delà d'un seul modèle commercial. La standardisation ouverte devient alors une forme de mémoire industrielle commune.

8. Réemploi, reconditionnement et remanufacture : conserver plus que la matière

Entre l'usage initial et le recyclage se trouve un vaste espace industriel souvent traité comme secondaire : le réemploi. Un objet peut changer d'utilisateur sans transformation ; être réparé avant revente ; être reconditionné avec test, nettoyage et remplacement de composants ; ou être remanufacturé selon une procédure plus profonde visant à retrouver un niveau de performance défini. Ces opérations ne sont pas identiques et ne devraient pas être confondues sous une étiquette vague de circularité.

Leur intérêt commun est de préserver davantage de valeur incorporée que le recyclage matière. Un ordinateur fonctionnel contient du cuivre et de l'aluminium, mais aussi une carte assemblée, des composants, un écran, des heures d'ingénierie, un système de refroidissement et une organisation complexe. Le broyer pour récupérer des fractions de matériaux détruit une grande partie de cette organisation. Le reconditionner conserve au contraire une portion beaucoup plus importante de la forme productive déjà construite.

L'Agence américaine de protection de l'environnement présente explicitement réutilisation, reconditionnement, prolongation de durée de vie et recyclage comme des stratégies distinctes du cycle de vie des appareils électroniques. Elle souligne que le réemploi peut réduire la demande de matières premières et que le recyclage intervient lorsque donation, réutilisation ou réparation ne sont plus viables. Cette hiérarchie rejoint les

principes plus généraux de prévention et de circularité défendus par l'UNEP.

Le réemploi exige cependant de la qualité et de la confiance. Un téléphone reconditionné doit être testé. Une batterie dégradée doit être caractérisée. Les données de l'ancien utilisateur doivent être effacées. Un équipement professionnel peut nécessiter une traçabilité des interventions. La seconde vie n'est pas une économie de moindre qualité ; elle demande au contraire des standards de diagnostic, de garantie et de documentation capables de rendre visible ce qui a été fait.

9. Ressourceries et ateliers : une infrastructure industrielle territoriale

Les ressourceries, recycleries, repair cafés, ateliers associatifs et entreprises de l'économie sociale sont parfois perçus comme la périphérie sympathique de l'économie moderne. Cette image sous-estime leur fonction potentielle. Un territoire qui veut réduire ses flux matériels a besoin d'endroits capables de réceptionner, trier, stocker, diagnostiquer, nettoyer, réparer, démonter, documenter et redistribuer. Ce sont des opérations logistiques et techniques comparables, à une autre échelle, à celles d'une industrie.

Le stockage est une difficulté centrale. Conserver toute pièce "au cas où" produit rapidement un entrepôt ingérable. Jeter trop vite détruit des composants rares qui auraient pu servir. Une infrastructure de réemploi a donc besoin de systèmes d'inventaire, de critères de rotation, de nomenclatures, de données sur les pannes fréquentes et de réseaux entre ateliers. Une pièce inutile dans un quartier peut être nécessaire dans un autre. La fédération numérique des stocks peut rendre la récupération plus efficace sans concentrer physiquement toutes les matières.

Ces lieux ont aussi une fonction sociale. Ils permettent à une personne de venir avec un objet et de comprendre sa panne ; à un apprenti de rencontrer des machines réelles ; à un artisan de disposer ponctuellement d'un équipement ; à une collectivité de récupérer du mobilier ; à une association de redistribuer du matériel. Mais il faut éviter de faire reposer ces fonctions

uniquement sur le bénévolat. La valeur sociale de la réparation ne dispense pas de rémunérer le travail qualifié.

Une politique territoriale peut donc traiter les ateliers de maintenance comme des équipements comparables à des bibliothèques techniques : accessibles, reliés aux filières professionnelles, capables de mutualiser certains outils coûteux, mais sans monopoliser l'activité. Le secteur privé, les coopératives, les associations et les services publics peuvent coexister. Ce qui importe est que les capacités de réparation restent distribuées et que les acteurs puissent coopérer plutôt que recommencer chacun la même infrastructure.

10. Les métiers de maintenance : sortir du travail invisible

La transition vers une économie de durée ne se fera pas avec des objets mieux conçus mais sans personnes pour les entretenir. Elle exige des mécaniciens, électroniciens, couturières, menuisiers, frigoristes, informaticiens, techniciens de cycles, spécialistes du bâtiment, mainteneurs industriels et opérateurs capables d'intervenir sur des systèmes hybrides. Or ces métiers souffrent souvent d'un paradoxe : essentiels lorsque la panne arrive, ils sont peu visibles quand tout fonctionne.

La maintenance doit donc retrouver un statut éducatif. L'apprentissage ne peut se limiter à mémoriser les procédures d'un fabricant. Il doit enseigner la mesure, le diagnostic, la lecture de schémas, les principes physiques, la sécurité, le raisonnement par hypothèses, l'usage d'outils numériques et la documentation de l'intervention. Une compétence robuste est transférable : elle sait reconnaître des architectures différentes au lieu d'être captive d'une seule marque.

La rémunération compte également. Si l'on veut que réparer devienne une alternative crédible au remplacement, le coût du travail humain ne peut pas être considéré comme une anomalie à éliminer. Le travail local sera souvent plus cher par heure que la fabrication automatisée d'un composant dans une chaîne mondiale. La question politique consiste précisément à savoir

quelle activité nous voulons rendre économiquement possible. Une fiscalité moins lourde sur la réparation, un fonds de soutien, une garantie, des marchés publics ou une responsabilité élargie des producteurs peuvent déplacer le calcul.

La maintenance peut enfin offrir un travail plus riche lorsqu'elle redonne au technicien une relation complète au problème. Mais elle peut aussi être taylorisée : centres d'appel, diagnostics imposés, temps standardisés, remplacement automatique de modules. Le projet n'est donc pas de sacraliser tout travail de réparation. Il est de préserver et diffuser les capacités d'analyse, de décision et d'apprentissage qui rendent la maintenance réellement autonome.

11. Les instruments publics : indice, bonus, garantie, commande publique

Changer la durée des produits suppose de modifier les signaux qui organisent l'achat. La France a expérimenté depuis 2021 un indice de réparabilité sur plusieurs catégories d'équipements. En 2025, un indice de durabilité a commencé à le remplacer pour les téléviseurs puis les lave-linge, en intégrant au-delà de la réparabilité des critères liés notamment à la fiabilité et à la résistance. L'intérêt de ces instruments est de rendre visible avant l'achat une propriété qui ne se découvre autrement qu'après plusieurs années.

Un indice a toutefois des limites. Une note agrégée peut masquer des compromis : excellente disponibilité documentaire mais pièces chères ; démontage facile mais fiabilité médiocre ; bonne réparabilité sur le papier mais logiciel rapidement abandonné. L'information doit donc rester accessible derrière le score. Une note ne doit pas remplacer les critères qui la composent.

Les aides à la réparation suivent une autre logique : elles réduisent l'écart de prix entre réparation et remplacement. Elles peuvent être particulièrement utiles lorsque le prix relatif, plutôt que l'impossibilité technique, décourage l'intervention. Mais un bonus mal calibré peut subventionner des réparations qui

auraient eu lieu de toute façon ou être capté par une hausse des prix. Il doit être évalué par catégorie, coût, taux de réparation et évolution du marché.

La commande publique possède probablement un levier plus profond encore. Une ville, un hôpital, une université ou une administration achète en volume et sur une longue durée. Elle peut exiger la disponibilité des pièces, la documentation, la migration des données, un support logiciel minimal, l'accès au diagnostic, des garanties de reprise et un coût total de possession sur dix ans. Le règlement européen sur l'écoconception des produits durables ouvre d'ailleurs la possibilité de critères obligatoires de marchés publics écologiques pour certains produits. En orientant une demande prévisible, la puissance publique peut rendre rentable la durabilité avant même que chaque consommateur individuel la réclame.

12. Produire moins : la question de la justice vient avant la moyenne

Dire qu'une société doit produire moins peut être exact au niveau matériel et injuste au niveau social si l'on ne précise pas qui doit réduire quoi. Le Global Resources Outlook 2024 souligne l'extrême inégalité d'usage des ressources entre pays riches et pays pauvres. Une politique uniforme de réduction ignorerait que certaines populations manquent encore de logements décents, d'équipements sanitaires, de mobilité, d'énergie ou d'infrastructures de base tandis que d'autres consomment des volumes très supérieurs à ce qui est nécessaire pour une vie digne.

La sobriété doit donc porter d'abord sur les flux qui répondent peu aux besoins et beaucoup à la compétition de statut, à l'obsolescence accélérée, au gaspillage organisationnel et à la faible intensité d'usage. Une voiture immobilisée la majeure partie du temps, un appareil dupliqué dans chaque foyer alors qu'il pourrait être partagé, un bâtiment mal isolé ou des produits détruits sans avoir été vendus mobilisent des ressources sans proportion avec le service rendu.

Le règlement européen sur l'écoconception des produits durables introduit d'ailleurs une politique spécifique contre la destruction de certains invendus et prévoit des obligations de transparence plus larges. C'est une rupture conceptuelle intéressante : un bien produit mais jamais utilisé n'est pas seulement une occasion commerciale manquée ; il représente une mobilisation matérielle dont la destruction peut être politiquement encadrée.

Produire moins ne signifie donc pas organiser la pénurie. Cela peut signifier davantage de logements réparés plutôt que démolis, davantage de transports publics plutôt que de véhicules sous-utilisés, davantage d'outils partagés, davantage d'heures de maintenance et moins de renouvellement décoratif. L'objectif pertinent n'est pas la diminution abstraite du PIB ou du nombre d'objets. C'est la réduction du débit matériel nécessaire à la satisfaction de besoins réels, avec redistribution de l'accès là où il manque.

13. Objection : remplacer peut parfois être préférable

Une politique de réparation devient dogmatique si elle suppose que conserver l'ancien est toujours écologiquement ou socialement meilleur. Certains équipements consomment tellement plus d'énergie que leurs remplaçants que prolonger leur usage peut augmenter l'impact global. Certaines machines anciennes présentent des risques de sécurité. Des pièces critiques peuvent avoir subi une fatigue invisible. Un appareil ne peut parfois plus répondre à des exigences réglementaires, médicales ou de cybersécurité devenues nécessaires.

La bonne comparaison porte donc sur le cycle de vie. Quel est l'impact de fabriquer le remplacement ? Quelle économie d'énergie ou de consommables apportera-t-il ? Combien d'années sera-t-il utilisé ? Le produit ancien peut-il être réaffecté à un usage moins exigeant ? Une réparation supplémentaire évite-t-elle réellement un achat ou ne fait-elle que le repousser de quelques

semaines ? Ces questions empêchent de transformer la durée en valeur absolue.

La sécurité constitue une limite particulière. Une réparation amateur sur un jouet mécanique n'a pas le même risque qu'une intervention sur une batterie haute tension, un appareil médical implantable ou un dispositif sous pression. Le droit à réparer doit pouvoir reconnaître des niveaux de compétence et des opérations réservées, comme d'autres professions le font déjà. Ce garde-fou ne justifie cependant pas de qualifier arbitrairement toute réparation de dangereuse. Les restrictions doivent être reliées à un risque identifiable et proportionné.

La maintenance elle-même utilise enfin des ressources. Transporter un technicien à plusieurs centaines de kilomètres, changer successivement des modules, stocker des millions de pièces jamais utilisées ou maintenir indéfiniment des systèmes logiciels peut avoir un coût élevé. Le projet n'est donc pas "réparer tout". Il est de rendre possible une décision informée entre entretenir, réparer, réemployer, remanufacturer, remplacer et recycler. Aujourd'hui, cette décision est souvent biaisée en faveur du remplacement ; l'objectif est de restaurer les autres options.

14. De nouveaux modèles économiques fondés sur la durée

Une entreprise financée uniquement par la vente d'unités neuves peut voir la durabilité comme une contradiction : si le produit dure deux fois plus longtemps, le rythme de renouvellement diminue. Cette tension n'est pas une loi naturelle. Elle dépend du modèle de revenu. Maintenance, pièces, mise à niveau, reconditionnement, location, mutualisation, contrats de performance ou services associés peuvent rémunérer la continuité plutôt que la seule sortie d'usine.

Les modèles de produit-service sont parfois présentés comme solution automatique : le fournisseur reste propriétaire et vend l'usage. Cette architecture peut effectivement aligner l'intérêt du fournisseur sur la durée si celui-ci supporte le coût du remplacement. Mais elle peut aussi retirer la propriété à

l'utilisateur, créer une dépendance contractuelle permanente, transformer chaque fonction en abonnement et concentrer les données d'usage. Le passage de la propriété au service n'est donc pas intrinsèquement plus émancipateur.

Une solution plus pluraliste consiste à dissocier les droits. Un équipement peut appartenir à son utilisateur tout en bénéficiant d'un contrat de maintenance. Une coopérative peut mutualiser les outils rares. Un fabricant peut garantir la disponibilité de modules standardisés. Une collectivité peut acheter un service avec exigence de réversibilité des données et transfert de documentation en fin de contrat. Une entreprise de reconditionnement peut reprendre les équipements et leur donner plusieurs cycles d'usage.

Le cœur du modèle est que le revenu ne dépende plus exclusivement du volume de matière neuve écoulé. L'activité économique peut croître en compétences, diagnostic, logiciels de maintenance, adaptation, rénovation, formation et qualité sans multiplier au même rythme le débit physique. Cela ne supprime pas la production : pièces d'usure, nouveaux équipements et innovations resteront nécessaires. Cela modifie ce que l'on récompense.

15. Une architecture territoriale de la maintenance

Si la maintenance doit devenir une capacité collective, elle doit être organisée à plusieurs échelles. Le niveau domestique concerne les gestes simples : entretien, nettoyage, réglage, remplacement d'éléments sûrs et compréhension minimale. Le niveau de proximité rassemble artisans, ateliers partagés, ressourceries et petits stocks. Le niveau régional peut porter des équipements de diagnostic coûteux, des laboratoires, des plateformes logistiques de pièces et des centres de formation. Le niveau national ou international reste nécessaire pour certaines pièces complexes, normes, certifications et bases de connaissances.

Cette architecture évite deux illusions symétriques. La première serait de croire que chaque territoire peut fabriquer et réparer tout ce qu'il utilise. Les chaînes industrielles modernes comportent

des composants dont la production exige des usines spécialisées et des compétences rares. La seconde serait de croire que, puisque certaines fonctions resteront mondiales, aucune capacité locale n'a de valeur. Entre l'autarcie et la dépendance totale existe un vaste espace de subsidiarité technique.

Les données de maintenance peuvent elles-mêmes devenir un commun. Une base recensant symptômes, diagnostics, références compatibles, pannes fréquentes, schémas autorisés, temps d'intervention et solutions peut réduire énormément le coût de chaque réparation suivante. Mais cette base doit protéger les informations sensibles et reconnaître le travail documentaire de ceux qui l'alimentent. La documentation gratuite n'est pas gratuite à produire.

Une fédération de maintenance peut enfin devenir un outil de résilience. En cas de rupture logistique, elle sait quelles pièces peuvent être fabriquées localement, quelles machines peuvent être adaptées, quels stocks peuvent être mutualisés et quels équipements sont réellement critiques. La crise cesse alors d'être le moment où l'on découvre que toutes les compétences ont disparu. La maintenance quotidienne devient une préparation discrète à l'imprévu.

16. Conclusion — La richesse est aussi ce qui continue de fonctionner

Kropotkine cherchait à rapprocher les capacités productives des lieux de vie et à réunir travail intellectuel et travail manuel. Un siècle plus tard, la maintenance ajoute une dimension décisive à cette intuition. Posséder une machine n'est pas disposer d'une capacité si personne ne peut la comprendre, obtenir ses pièces, accéder à son logiciel ou prolonger son fonctionnement. La décentralisation matérielle sans maintenance produit des dépendances nouvelles.

Le droit à la réparation, l'écoconception, les standards ouverts, les ateliers territoriaux, le réemploi et la formation technique dessinent une autre politique industrielle. Elle ne se contente pas de gérer mieux les déchets. Elle cherche à ralentir leur apparition

en conservant la valeur déjà incorporée dans les objets. Elle reconnaît que réparer une fonction existante peut être aussi productif que fabriquer une unité supplémentaire.

Cette politique ne doit pourtant pas devenir un culte de l'ancien. Certains remplacements sont rationnels. Certaines réparations exigent des spécialistes. Certaines pièces restent mondiales. La durée elle-même doit être comparée à l'efficacité, à la sécurité et aux impacts du cycle de vie. La règle n'est donc pas "ne jamais jeter". Elle est : ne pas détruire une forme utile simplement parce que l'organisation économique a rendu sa continuation artificiellement difficile.

Produire moins et maintenir davantage signifie finalement déplacer la définition de la richesse. Une société riche n'est pas seulement celle qui peut acheter rapidement du neuf. C'est aussi celle où les bâtiments restent habitables, les outils restent compréhensibles, les appareils restent réparables, les pièces circulent, les compétences se transmettent et les infrastructures continuent de fonctionner lorsque la chaîne mondiale hésite. La durée devient alors une propriété politique de la capacité productive.

Notes et références du chapitre 9

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, Londres, 1899 ; édition révisée, Thomas Nelson & Sons, 1912. Le présent chapitre prolonge surtout son refus de séparer production, compétence technique et autonomie locale.

2. Programme des Nations unies pour l'environnement (UNEP) et International Resource Panel, *Global Resources Outlook 2024: Bend the Trend – Pathways to a Liveable Planet as Resource Use Spikes*, 2024. Le rapport rappelle que l'extraction mondiale de ressources a triplé en cinq décennies et projette une hausse supplémentaire importante sans transformation des systèmes de production et de consommation.

3. UNEP et International Solid Waste Association, *Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an Age of Waste – Turning Rubbish into a Resource*, 2024. Le rapport projette une hausse des déchets municipaux mondiaux de 2,1 milliards de tonnes en 2023 à 3,8 milliards en 2050 et insiste sur la prévention et la circularité en amont du seul traitement des déchets.

4. Directive (UE) 2024/1799 du Parlement européen et du Conseil du 13 juin 2024 établissant des règles communes visant à promouvoir la réparation des biens ; Commission européenne, « Directive on repair of goods ». Entrée en

vigueur le 30 juillet 2024 ; transposition nationale et application prévues à partir du 31 juillet 2026.

5. Règlement (UE) 2024/1781 établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception pour des produits durables (ESPR). Le règlement permet notamment des exigences relatives à la durabilité, la réutilisabilité, l'améliorabilité et la réparabilité, introduit le passeport numérique de produit et encadre la destruction de certains invendus.

6. Commission européenne, « Smartphones and Tablets – Ecodesign Requirements », règles applicables aux produits mis sur le marché à partir du 20 juin 2025. Elles comprennent notamment des exigences sur la batterie, la disponibilité de pièces critiques, les délais de fourniture, l'accès aux logiciels nécessaires à certaines réparations et la durée des mises à jour du système d'exploitation.

7. Agence européenne pour l'environnement, Product lifespans – monitoring trends in Europe, 2024/2025. L'AEE distingue notamment durée conçue, cycle de remplacement, âge des appareils en usage et durée souhaitée, et souligne le manque de données robustes sur les durées réelles des produits.

8. Ministère français de la Transition écologique, « Indice de réparabilité », mise à jour 2025. Cinq catégories restent couvertes par l'indice de réparabilité tandis que certaines catégories ont basculé vers l'indice de durabilité.

9. Ministère français de la Transition écologique, « Indice de durabilité », mise à jour 2025. L'indice remplace progressivement l'indice de réparabilité pour les téléviseurs et les lave-linge et combine réparabilité et fiabilité selon plusieurs critères.

10. ADEME, « Les Français et la réparation – perceptions et pratiques », mise à jour 2024, et portail Réemploi-réutilisation-réparation. Ces travaux documentent pratiques, motivations et freins de réparation sur de nombreuses familles de produits.

11. Federal Trade Commission, Nixing the Fix: An FTC Report to Congress on Repair Restrictions, mai 2021. Le rapport examine notamment adhésifs, outils propriétaires, disponibilité des pièces et accès aux logiciels de diagnostic, et conclut que plusieurs justifications générales avancées en faveur de restrictions manquent de preuves empiriques solides.

12. U.S. Copyright Office, Section 1201 rulemaking, notamment 2021 et codification 37 CFR §201.40. Plusieurs exemptions permettent le contournement de mesures techniques pour le diagnostic, la maintenance ou la réparation de catégories définies d'équipements légalement acquis.

13. U.S. Environmental Protection Agency, Electronics Basic Information, Research, and Initiatives, mise à jour 2026. L'EPA distingue prévention, conception durable, réemploi, reconditionnement et recyclage dans le cycle de vie des équipements électroniques.

14. Agence européenne pour l'environnement, The environmental and climate benefits of a circular economy, travaux récents sur les interventions pendant

l'usage, notamment allongement de durée par réparation et réemploi, et sur les matières secondaires après usage.

15. Elinor Ostrom, *Governing the Commons*, Cambridge University Press, 1990. La référence sert ici non comme modèle direct de la réparation mais pour penser la gouvernance de ressources communes, notamment certaines infrastructures documentaires, stocks partagés et règles de coopération.

16. Ivan Illich, *La Convivialité*, Seuil, 1973 ; Richard Sennett, *Ce que sait la main*, Albin Michel, 2010 ; André Gorz, *Écologica*, Galilée, 2008. Ces références structurent respectivement les questions de maîtrise des outils, de savoir pratique et de critique d'une production orientée par l'augmentation des volumes plutôt que par l'usage.

QUATRIÈME PARTIE

L'organisation sociale de la capacité productive

RÉUNIR LA MAIN ET L'INTELLIGENCE

Une société libre ne peut réserver la compréhension à quelques-uns et l'exécution aux autres.

Après avoir examiné les infrastructures, l'atelier numérique, l'énergie et la maintenance, il faut regarder la condition humaine qui permettrait réellement de les gouverner. Une économie distribuée ne devient pas démocratique parce que ses machines sont plus petites ou ses logiciels plus ouverts. Elle le devient lorsque les personnes qui travaillent, apprennent, réparent, soignent et habitent un territoire peuvent comprendre suffisamment les systèmes dont elles dépendent, participer à leurs choix et changer de rôle sans être enfermées dans une fonction subalterne.

Kropotkine appelait de ses vœux une éducation intégrale réunissant science et travail manuel. Le problème n'a pas disparu ; il s'est déplacé. Aujourd'hui la frontière ne sépare plus seulement l'ingénieur et l'ouvrier. Elle traverse les données, les procédures, le soin, les logiciels, les métiers de maintenance, les filières scolaires et le droit même de disposer de temps pour apprendre. Réunir la main et l'intelligence ne signifie donc pas abolir la spécialisation. Cela signifie empêcher la spécialisation de devenir une confiscation durable de la compréhension et du pouvoir de décider.

1. Kropotkine : l'éducation complète contre la caste des fonctions

Dans le chapitre « Brain Work and Manual Work » de Fields, *Factories and Workshops*, Kropotkine formule une thèse beaucoup plus précise qu'un simple éloge du bricolage. Il reconnaît explicitement la nécessité de la spécialisation, mais refuse qu'elle précède une formation commune assez large pour relier sciences, techniques et production. Son adversaire n'est pas la compétence

approfondie ; c'est la constitution de deux groupes sociaux séparés, l'un destiné à penser et l'autre à exécuter.

Son argument est historique autant que pédagogique. Il rappelle que nombre de savants ayant transformé les sciences expérimentales savaient fabriquer ou modifier leurs instruments. La lunette de Galilée, les expériences d'optique de Newton ou les pratiques d'ingénieurs et d'artisans lui servent à contester l'image d'une science pure qui progresserait loin du geste. La connaissance théorique gagne lorsque l'expérimentateur peut rencontrer directement la résistance des matériaux, les imperfections d'un dispositif et les anomalies que le schéma abstrait ne prévoyait pas.

Kropotkine reprend aussi des expériences d'enseignement technique de son époque, notamment le système de Moscou, pour soutenir qu'un apprentissage méthodique des opérations manuelles peut être organisé sans enfermer l'élève dans un métier particulier. Son ambition est cependant plus vaste : à la sortie de l'école, chaque jeune devrait avoir acquis à la fois une culture scientifique solide et une familiarité réelle avec les bases de la production. L'éducation générale ne serait donc pas définie par son éloignement du travail matériel, mais par la capacité à circuler entre plusieurs registres de compréhension.

Cette proposition doit être corrigée pour notre époque. Les sociétés contemporaines dépendent de savoirs beaucoup plus spécialisés qu'en 1900, et l'on ne peut demander à chacun de comprendre en profondeur la microbiologie, l'électronique de puissance, la chirurgie, le droit, l'informatique et l'agronomie. Mais l'intuition centrale reste robuste : la spécialisation peut être fonctionnelle sans devenir une frontière de classe. Une formation commune peut donner les bases nécessaires pour poser des questions, lire un schéma, comprendre une mesure, reconnaître une incertitude, manipuler un outil, dialoguer avec un spécialiste et participer à une décision dont on subit les conséquences.

2. Comment l'école a séparé les voies générales et professionnelles

La séparation entre « ceux qui pensent » et « ceux qui font » ne vient pas d'une seule réforme scolaire. Elle s'est constituée progressivement avec l'industrialisation, la formation des administrations modernes, la professionnalisation des métiers et la massification de l'enseignement. Les systèmes éducatifs ont créé des filières distinctes parce qu'ils devaient répondre à des besoins réels : préparer certains élèves à des études longues, former rapidement à des métiers, certifier des compétences et organiser des flux de plus en plus importants de jeunes.

Cette différenciation a produit des gains. Une formation professionnelle bien équipée peut transmettre des compétences qu'un enseignement purement général ignore. L'alternance peut confronter l'élève à des situations réelles, à des machines, à des usagers et à des contraintes de qualité. À l'inverse, une formation générale peut donner du recul historique, mathématique ou politique qui dépasse les routines d'un poste précis. Le problème commence lorsque ces différences deviennent une hiérarchie sociale rigide.

Les données comparatives de l'OCDE montrent que, dans les systèmes où les parcours général et professionnel sont fortement séparés, les élèves socialement favorisés sont plus souvent surreprésentés dans les voies générales tandis que les élèves défavorisés se retrouvent davantage dans les voies professionnelles. Cette distribution ne signifie pas que l'enseignement professionnel serait intrinsèquement inférieur. Elle montre que l'orientation peut transformer des inégalités de départ en destins scolaires différents, surtout lorsque les passerelles vers les études supérieures restent étroites.

Le problème kropotkinien prend alors une forme institutionnelle : comment conserver des voies d'apprentissage différentes sans transformer l'âge de quinze ou seize ans en moment de classement durable des intelligences ? Une réponse consiste à augmenter la perméabilité. Un élève de filière professionnelle doit pouvoir poursuivre des études théoriques

sans recommencer tout son parcours ; un étudiant universitaire doit pouvoir acquérir une vraie compétence de fabrication ou de maintenance ; un adulte doit pouvoir revenir en formation après dix ou vingt ans de travail. La dignité d'une voie se mesure en partie à la qualité des portes qu'elle laisse ouvertes.

3. L'intelligence du geste : ce que la procédure ne contient jamais entièrement

Une organisation aime les procédures parce qu'elles rendent l'activité transmissible, contrôlable et auditable. Elles sont indispensables : aucune centrale électrique, aucun bloc opératoire, aucune usine chimique ne peut reposer uniquement sur l'intuition de professionnels expérimentés. Pourtant, le travail réel déborde toujours le texte qui le prescrit. Les conditions changent, les matériaux vieillissent, les patients réagissent différemment, les machines ont des tolérances, les informations arrivent incomplètes et plusieurs objectifs doivent être arbitrés en même temps.

C'est dans cet écart que se forme le savoir tacite. Michael Polanyi a popularisé l'idée que nous savons davantage que nous ne pouvons toujours l'énoncer. Dans les métiers, ce savoir ne relève pas d'un mystère. Il se construit par exposition répétée à des situations, comparaison d'erreurs, perception de signaux faibles, gestes ajustés et dialogue avec des collègues. Le réparateur qui reconnaît une panne au bruit n'ignore pas nécessairement la théorie ; il a accumulé une cartographie perceptive que le manuel ne décrit pas complètement.

La recherche en sécurité et en ergonomie distingue souvent le travail tel qu'il est imaginé dans les procédures du travail tel qu'il est effectivement réalisé. Cette différence n'implique pas que les travailleurs « trichent ». Elle peut révéler qu'ils compensent en permanence les variations du réel. Dans les laboratoires biomédicaux comme dans les services hospitaliers, l'observation montre que les professionnels adaptent les prescriptions, évaluent localement les risques et développent des savoir-faire qui ne deviennent visibles que lorsqu'on regarde l'activité elle-même.

Réunir la main et l'intelligence exige donc une politique de documentation qui ne cherche pas à éliminer le savoir tacite mais à l'accueillir. Les retours d'expérience, le compagnonnage, les démonstrations commentées, les binômes entre novices et expérimentés, les simulations et la possibilité de modifier une procédure à partir du terrain transforment l'expérience individuelle en capacité collective. Une organisation qui numérise tous ses manuels mais ne crée plus de temps pour transmettre le jugement pratique peut devenir paradoxalement plus documentée et moins compétente.

4. Le soin : une intelligence relationnelle irréductible au protocole

Le soin révèle avec une netteté particulière les limites d'une conception du travail où l'intelligence serait située uniquement dans la prescription. Une infirmière suit des protocoles, administre des traitements, mesure des paramètres et documente ses actes. Mais le jugement clinique ne consiste pas à dérouler une liste. Il faut reconnaître une modification de comportement, comprendre ce qui est inhabituel pour ce patient précis, hiérarchiser plusieurs risques, choisir le bon moment pour alerter et tenir compte des préférences de la personne soignée.

Les travaux sur le jugement clinique en soins infirmiers insistent sur cette combinaison de connaissances, de raisonnement, de connaissance du patient et de réflexion sur la pratique. Des recherches plus anciennes sur la dimension tacite du jugement médical avaient déjà averti qu'une formalisation complète des décisions pouvait masquer ce qui est appris dans l'expérience. Les outils d'aide à la décision peuvent augmenter la sécurité, mais ils ne suppriment pas le besoin d'un professionnel capable de constater qu'une situation ne ressemble pas à celle que la procédure avait anticipée.

Le soin ajoute une autre dimension : la relation elle-même fait partie de l'activité. Expliquer un geste, obtenir un consentement, calmer une peur, préserver une intimité ou remarquer qu'une personne ne dit pas ce qu'elle ressent sont des compétences. Elles

sont difficiles à réduire à des indicateurs de productivité sans les déformer. Le temps apparemment « improductif » passé à écouter peut éviter une erreur, permettre une meilleure observance ou simplement préserver la dignité d'une personne vulnérable.

Cette intelligence a longtemps été socialement dévaluée parce qu'elle se trouve dans des métiers féminisés et parce qu'une part immense du soin demeure non rémunérée dans les familles. Le rapport de l'OIT sur l'économie du care montre que le travail de soin non rémunéré reste profondément inégalement réparti et qu'il limite particulièrement l'accès des femmes à l'emploi rémunéré. Une éducation intégrale du XXI^e siècle doit donc élargir la notion de compétence : savoir réparer un moteur ou écrire un programme ne constitue pas une intelligence plus « réelle » que savoir prendre soin. La société polytechnique doit aussi être relationnelle.

5. Polyvalence choisie, polyvalence imposée

La critique de la spécialisation peut facilement être retournée contre les travailleurs. De nombreuses entreprises appellent « polyvalence » le fait de demander à une personne d'occuper davantage de postes, de remplacer les absents, d'absorber des tâches auparavant réparties entre plusieurs métiers ou de rester disponible en permanence. Cette polyvalence accroît parfois l'apprentissage, mais elle peut aussi devenir un instrument d'intensification.

Il faut donc distinguer deux formes. La polyvalence imposée augmente la quantité de responsabilités sans augmenter le temps, l'autonomie, la rémunération ni le droit de refuser. Elle utilise la flexibilité du travailleur pour rendre l'organisation plus flexible. La polyvalence choisie, au contraire, élargit réellement la capacité d'agir de la personne : formation financée, reconnaissance des qualifications, possibilité de changer d'activité, rotation négociée, droit au retour et progression salariale.

La différence peut se lire dans une question simple : qui bénéficie de l'élargissement des compétences ? Si un salarié apprend à diagnostiquer, programmer et maintenir une machine

mais n'obtient aucun pouvoir supplémentaire sur l'organisation du travail, la « montée en compétence » peut seulement déplacer davantage de responsabilités vers lui. Si, en revanche, le nouveau savoir permet de participer aux choix techniques, de transmettre à d'autres, de changer de poste ou d'améliorer la sécurité, il devient une capacité réelle.

Une politique kropotkinienne ne doit donc pas glorifier la personne universellement adaptable. Elle doit créer le droit à plusieurs vies professionnelles sans transformer l'existence en examen permanent d'employabilité. La diversité d'activités n'est émancipatrice que lorsqu'elle repose sur une sécurité suffisante pour apprendre sans perdre ses moyens de vivre.

6. Une école qui fabrique sans devenir une usine : le cas du projet

L'éducation par projet est souvent présentée comme une réponse contemporaine à la séparation entre théorie et pratique. Son intérêt apparaît lorsque le projet oblige réellement à mobiliser plusieurs disciplines autour d'un objet qui résiste : construire un instrument, mesurer un environnement, concevoir une exposition, développer un programme, fabriquer une structure ou enquêter sur un problème de santé publique.

Le réseau High Tech High, en Californie, constitue un exemple utile sans être un modèle à copier. Ses écoles ont fait du project-based learning un principe central : des élèves travaillent sur des projets mêlant sciences, conception, expression, fabrication et présentation publique. Certains construisent des ballons météorologiques ou des fusées ; d'autres travaillent sur des volumes géométriques, la santé publique ou des systèmes techniques. L'intérêt du cas n'est pas que chaque projet soit exceptionnel, mais que le travail concret soit intégré à des apprentissages académiques plutôt que placé dans une filière séparée.

Ce modèle possède pourtant une ambiguïté qu'il faut conserver. Le projet peut augmenter l'autonomie, mais il peut aussi favoriser les élèves déjà capables d'organiser eux-mêmes leur travail. Il

exige des enseignants très préparés, du matériel, du temps et une évaluation capable de distinguer la contribution individuelle du résultat collectif. Un beau prototype peut masquer une compréhension faible ; inversement, un projet qui échoue matériellement peut avoir produit un apprentissage scientifique profond.

L'école intégrale doit donc refuser deux réductions symétriques. Elle ne doit pas traiter la fabrication comme simple décoration motivante autour d'un cours traditionnel. Elle ne doit pas non plus considérer qu'une activité pratique suffit à elle seule à produire de la compréhension. Le passage entre le geste et le concept doit être explicite : mesurer, modéliser, documenter, expliquer, comparer, recommencer. Le réel devient alors non pas l'alternative à la théorie, mais l'endroit où la théorie se met à l'épreuve.

7. Mondragon : école, travail et coopération dans un même territoire

L'expérience de Mondragon permet d'observer une autre articulation entre formation et production. L'école polytechnique créée à partir de 1943 a précédé la première coopérative industrielle fondée en 1956 par cinq anciens élèves. La relation entre enseignement, industrie, recherche et coopération s'est ensuite institutionnalisée. Aujourd'hui la faculté d'ingénierie de Mondragon Unibertsitatea est elle-même organisée sous forme de coopérative mixte réunissant travailleurs, étudiants et organisations partenaires dans ses instances.

Un élément particulièrement intéressant est ALECOP, créée en 1966 pour permettre aux étudiants de combiner études et travail. Les dispositifs actuels d'alternance de Mondragon maintiennent cette logique : l'étudiant peut acquérir une expérience rémunérée en entreprise tout en poursuivant ses études, et les cursus d'ingénierie utilisent des projets, laboratoires et problèmes réels. Le cas montre qu'une articulation durable entre école et production peut être construite institutionnellement plutôt que laissée à quelques stages occasionnels.

Il faut pourtant éviter l'idéalisation. Une université liée étroitement aux entreprises peut être tentée d'adapter ses contenus aux besoins économiques immédiats. Les coopératives de Mondragon sont elles-mêmes insérées dans les marchés mondiaux et rencontrent des contradictions de taille, de concurrence et de gouvernance. La proximité entre formation et production ne garantit donc ni autonomie intellectuelle ni égalité.

Le point à retenir est plus précis : l'alternance devient émancipatrice lorsqu'elle n'est pas une simple fourniture de main-d'œuvre à bas coût. L'étudiant doit pouvoir analyser l'entreprise où il travaille, comprendre ses choix, acquérir des savoirs transférables et revenir vers l'institution éducative avec les problèmes rencontrés. La coopération entre école et entreprise doit être à double sens : la pratique transforme l'enseignement et l'enseignement permet de questionner la pratique.

8. Le temps d'apprendre doit devenir un droit du travail

La formation continue est souvent présentée comme une responsabilité individuelle : chacun devrait maintenir ses compétences, suivre les technologies et préparer sa prochaine reconversion. Cette injonction est impossible à tenir si le temps d'apprentissage est pris uniquement sur les soirées, les congés ou les périodes de chômage. Une société qui transforme rapidement ses techniques doit considérer le temps d'apprendre comme une partie normale de la vie professionnelle.

La convention n° 140 de l'Organisation internationale du Travail sur le congé-éducation payé formulait déjà en 1974 un principe fort : du temps rémunéré peut être accordé pendant les heures de travail pour la formation professionnelle, l'éducation générale, sociale ou civique et l'éducation syndicale. Le texte relie explicitement la formation au développement scientifique et technique, à la sécurité de l'emploi et à la participation compétente des travailleurs à la vie de l'entreprise et de la communauté.

Ce principe dépasse la logique étroite de l'adaptation à un poste. Il reconnaît que comprendre les transformations du travail et participer aux institutions sont eux-mêmes des besoins éducatifs. Une politique contemporaine pourrait donc garantir un crédit régulier de temps de formation réellement rémunéré, transférable d'un employeur à l'autre, cumulable pour des reconversions plus longues et accessible aux indépendants, aux travailleurs précaires et aux personnes revenues d'une période de soin familial.

Le financement doit être mutualisé. Sinon, les petites entreprises hésitent à former par peur de perdre ensuite le salarié et les travailleurs les moins qualifiés restent précisément ceux qui accèdent le moins à la formation. Une caisse sectorielle ou territoriale, alimentée par les employeurs et la puissance publique, permettrait de transformer la formation continue en infrastructure commune plutôt qu'en avantage accordé aux professions déjà favorisées.

9. Les travailleurs doivent participer aux choix techniques

Former les travailleurs sans leur donner de pouvoir sur les techniques revient à leur apprendre à s'adapter plus intelligemment à des décisions prises ailleurs. Or une machine, un logiciel de planification ou un système d'intelligence artificielle ne sont pas de simples objets neutres. Leur configuration décide souvent du rythme, des marges de manœuvre, des informations visibles et de la distribution des responsabilités.

Le dialogue social peut intervenir en amont. L'OIT rappelle que la consultation doit permettre un véritable échange d'informations et une possibilité d'influencer les décisions qui affectent l'emploi. Les travaux récents sur les transitions justes montrent que les conventions collectives intègrent de plus en plus la formation, le reclassement et les procédures de consultation lors de transformations industrielles. Il faut prolonger cette logique vers le design même des outils.

Un conseil technique de travail pourrait réunir opérateurs, maintenance, ingénieurs, représentants syndicaux, sécurité,

usagers lorsqu'ils sont concernés et direction. Avant un investissement majeur, il examinerait non seulement le coût et la productivité attendue, mais aussi la réparabilité, les effets sur les qualifications, la santé, l'autonomie, la consommation d'énergie et les possibilités de contrôle humain. Après déploiement, il disposerait d'un droit de retour d'expérience et de modification.

Cette participation ne signifie pas que chaque décision doive être votée par toute l'entreprise. La compétence spécialisée reste nécessaire. Mais l'expertise et la légitimité sont deux choses différentes. L'ingénieur peut mieux connaître le fonctionnement d'un système ; le travailleur qui l'utilise connaît des contraintes que le modèle ignore ; la collectivité peut être légitime à fixer une finalité ou une limite. Une démocratie technique organise la rencontre de ces savoirs au lieu d'en absolutiser un seul.

10. Le plan Lucas : lorsque les travailleurs conçoivent la reconversion

Le Lucas Plan fournit l'un des exemples historiques les plus nets de travailleurs intervenant non seulement sur leurs conditions d'emploi, mais sur la finalité et la technologie de la production. Au milieu des années 1970, les salariés de Lucas Aerospace sont menacés par des restructurations et des suppressions d'emplois. Leur Combine Shop Stewards Committee répond en élaborant un plan alternatif de production socialement utile.

La démarche est remarquable par sa méthode. Les représentants sollicitent les travailleurs eux-mêmes sur les produits qui pourraient être fabriqués avec les compétences et les équipements existants. Le plan rassemble ensuite de nombreuses propositions dans des domaines tels que l'équipement médical, les transports, les économies d'énergie et les technologies alternatives. L'objectif n'est pas seulement de sauver des postes identiques ; il est de redéployer une capacité industrielle en demandant ce qu'elle pourrait produire d'utile.

Le plan n'a finalement pas été adopté par la direction. Il ne constitue donc pas la preuve qu'une reconversion conduite par les

travailleurs réussirait nécessairement économiquement. Il constitue autre chose : une démonstration de capacité cognitive collective. Les personnes considérées dans l'organisation ordinaire comme exécutantes disposaient d'informations sur les machines, les procédés, les compétences et les possibilités techniques suffisantes pour élaborer une proposition industrielle détaillée.

Pour les transitions écologiques contemporaines, la leçon est décisive. Fermer une activité polluante en annonçant ensuite des programmes de reconversion est politiquement fragile. Une transition juste devrait commencer plus tôt : cartographie des compétences, accès aux données économiques, temps rémunéré de conception, partenariats avec la recherche publique et droit des travailleurs à formuler des scénarios alternatifs. Le savoir de l'atelier devient alors une ressource de planification plutôt qu'un coût à supprimer.

11. Spécialisation nécessaire, monopole de compréhension inutile

L'objection la plus forte à l'éducation intégrale est simple : les systèmes contemporains sont trop complexes. On ne devient pas chirurgien, soudeur nucléaire, cryptographe ou ingénieur réseau après quelques ateliers généralistes. Une mauvaise compréhension peut être plus dangereuse que l'ignorance reconnue. La spécialisation profonde n'est donc pas un défaut à éliminer ; elle est une condition de qualité dans de nombreux domaines.

Mais cette objection confond deux propositions. Dire qu'une compétence spécialisée est nécessaire ne signifie pas que les autres doivent être incapables de comprendre ce que le spécialiste décide. Un patient ne doit pas apprendre la chirurgie pour pouvoir donner un consentement éclairé. Un élu local n'a pas besoin de savoir construire un transformateur pour comprendre les principales options d'un réseau électrique. Un opérateur n'a pas besoin de redessiner un modèle d'IA pour savoir quelles données l'alimentent, quelles erreurs sont connues et comment contester une recommandation.

Une société polytechnique doit donc organiser plusieurs profondeurs de compréhension. Premier niveau : culture commune des principes, unités, ordres de grandeur, risques et institutions. Deuxième niveau : capacité pratique à utiliser, entretenir ou vérifier. Troisième niveau : spécialisation professionnelle. Quatrième niveau : recherche ou expertise de frontière. Ces niveaux communiquent ; ils ne forment pas des castes fermées.

Le droit démocratique n'est pas le droit de prétendre savoir ce qu'on ne sait pas. C'est le droit d'accéder à une explication proportionnée, de connaître les incertitudes, de demander une seconde expertise et de participer à la définition des finalités. La spécialisation devient domination lorsqu'elle transforme la complexité réelle en argument d'autorité permanent.

12. L'école ne doit pas être subordonnée à la production

Une deuxième objection vise directement le projet d'éducation polytechnique : l'école devrait-elle vraiment se rapprocher du travail ? L'histoire montre que l'enseignement professionnel peut être utilisé pour préparer les enfants des classes populaires à occuper plus efficacement les places que l'économie leur réserve. Une école trop étroitement liée aux entreprises risque de transformer l'éducation en chaîne de recrutement.

Cette critique doit être intégrée au projet. L'école n'a pas pour fonction de maximiser l'employabilité. Elle doit donner accès aux sciences, aux arts, à l'histoire, au langage, à la philosophie, au corps, à la technique et à la possibilité de former son propre jugement. La pratique matérielle n'est pas introduite pour rendre chaque heure immédiatement productive, mais parce qu'une connaissance du monde amputée de ses conditions matérielles est elle-même incomplète.

Un atelier scolaire digne de ce nom doit donc avoir le droit d'être improductif économiquement. On peut y démonter une machine sans la remettre en service, fabriquer un objet inutile pour comprendre une géométrie, cultiver une petite parcelle sans

chercher le rendement, programmer un système qui ne sera jamais commercialisé. L'erreur y possède une valeur que l'entreprise ne peut toujours accepter.

La relation avec le monde productif doit être organisée sous des règles publiques : objectifs pédagogiques définis par l'institution éducative, interdiction de remplacer des emplois par des élèves, rémunération lorsqu'un travail réel est fourni, droit à la critique de l'entreprise partenaire et possibilité de travailler avec des associations, services publics, ateliers indépendants et laboratoires, pas seulement avec des firmes. L'école rencontre la production sans lui appartenir.

13. Tout le monde ne veut pas gouverner la technique

Une troisième objection touche la démocratie productive. Beaucoup de personnes ne souhaitent pas passer leur vie en assemblée, lire des dossiers techniques ou participer à chaque choix de machine. Elles veulent parfois exercer correctement leur métier, rentrer chez elles et consacrer leur énergie à d'autres dimensions de l'existence. Une organisation qui rendrait la participation obligatoire pourrait produire une nouvelle forme de domination civique.

Il faut distinguer droit et devoir. Le droit de comprendre et de participer ne signifie pas l'obligation de devenir gestionnaire. Une institution démocratique peut fonctionner par délégation, rotation volontaire, jurys tirés au sort, représentants élus, commissions spécialisées et consultations ciblées. L'essentiel est que la délégation reste révocable, contrôlable et accompagnée d'une information accessible.

La participation doit également être payée. Si les réunions techniques se déroulent après le travail, seuls les plus disponibles, les plus militants ou les mieux dotés socialement finiront par gouverner. Le temps démocratique doit être reconnu comme du temps de travail lorsqu'il concerne l'organisation productive. Cette règle paraît coûteuse ; mais l'opacité a elle aussi des coûts : erreurs de conception, résistances, mauvaise adoption des équipements,

perte de savoir et décisions techniquement correctes mais socialement impossibles.

L'objectif n'est donc pas la participation maximale. Il est la possibilité réelle de reprendre la main lorsqu'une décision compte. Une démocratie mature sait aussi laisser tranquilles ceux qui ne souhaitent pas intervenir, tant que ce retrait n'est pas produit par l'impossibilité matérielle, la peur ou l'incompréhension.

14. Réduction du temps de travail : condition matérielle de l'éducation intégrale

Il existe une contradiction simple que les discours sur la formation permanente évitent souvent : on ne peut pas demander davantage de participation, d'apprentissage, de soin familial, de vie associative et de culture à des personnes dont la totalité du temps disponible est absorbée par l'emploi et les déplacements. L'éducation intégrale exige du temps dégagé de la production immédiate.

La réduction du temps de travail doit donc être comprise comme une infrastructure de capacité. Une partie du gain de productivité peut devenir salaire, une autre investissement, une autre réduction de prix ; mais une société démocratique peut décider qu'une part devienne du temps. Ce temps peut accueillir formation, transmission, participation aux choix techniques ou simplement repos. Le repos lui-même compte : une personne épuisée apprend mal et participe rarement longtemps à une institution collective.

Il faut éviter ici une nouvelle obligation morale. Une semaine plus courte ne devrait pas signifier que les heures libérées sont immédiatement remplies par un programme civique obligatoire. Le temps rendu à la personne lui appartient. Mais les institutions peuvent offrir des possibilités : ateliers publics, bibliothèques d'outils, universités populaires, formations rémunérées, jurys techniques, projets de quartier et coopératives d'apprentissage.

Le partage du temps devient ainsi la condition invisible de la réunion entre main et intelligence. Sans lui, la culture technique

reste un loisir de personnes privilégiées et la démocratie productive un second emploi gratuit.

15. Une architecture institutionnelle pour apprendre toute la vie

Le programme qui se dégage ne demande pas une institution unique. Il demande un réseau. L'école fournit une culture commune où les sciences rencontrent les techniques, les arts, le soin et les questions politiques. Les lycées professionnels et centres d'apprentissage deviennent plus perméables aux études supérieures. Les universités ouvrent davantage de laboratoires, d'ateliers et de formations appliquées. Les entreprises consacrent du temps rémunéré à la transmission. Les ateliers publics, fablabs, fermes pédagogiques et centres de réparation accueillent des apprentissages territoriaux.

À l'échelle d'un bassin de vie, une université territoriale pourrait coordonner ces ressources sans nécessairement être une nouvelle université diplômante. Elle tiendrait une cartographie des compétences, des machines, des formateurs et des besoins de reconversion. Un salarié pourrait y suivre un module de quelques jours ; un artisan transmettre une technique ; une école utiliser un atelier ; une coopérative demander une formation ; un groupe de travailleurs préparer un scénario de transformation industrielle.

La reconnaissance des acquis est essentielle. Beaucoup de compétences existent sans diplôme : maintenance, soin, organisation, tutorat, fabrication, connaissance d'un territoire. Les procédures de validation doivent permettre de transformer ces capacités en droits de progression sans prétendre qu'un formulaire peut capturer tout le savoir tacite. La validation ouvre des portes ; elle ne remplace pas l'épreuve réelle de la compétence.

Enfin, chaque grande transformation technique devrait comporter un budget de formation et de participation calculé dès l'investissement initial. Acheter un système sans financer le temps nécessaire pour le comprendre est une fausse économie. Le coût complet d'une technologie comprend la formation des personnes qui devront la gouverner.

16. Bilan : la culture technique comme bien démocratique

Réunir la main et l'intelligence ne signifie pas revenir à un monde où chaque personne fabriquerait tout ce qu'elle utilise. Une telle autonomie est impossible et probablement indésirable. Notre interdépendance permet une médecine, une science et des infrastructures qu'aucun territoire isolé ne pourrait produire seul. Le problème n'est pas l'interdépendance ; c'est l'interdépendance sans prise.

Une société libre doit pouvoir conserver des spécialistes tout en refusant la caste des spécialistes. Elle doit reconnaître le geste comme intelligence sans mépriser la théorie. Elle doit valoriser le soin autant que la fabrication, distinguer polyvalence choisie et flexibilité imposée, donner du temps rémunéré pour apprendre et intégrer les travailleurs aux décisions techniques qui transforment leur activité.

Le programme est donc à la fois éducatif et politique. Éducation commune des sciences et des techniques ; passerelles entre voies scolaires ; apprentissage par le réel ; droit à la formation tout au long de la vie ; reconnaissance du savoir tacite ; participation aux choix techniques ; reconversions élaborées avec les travailleurs ; réduction du temps de travail ; institutions territoriales de transmission.

Kropotkine voulait empêcher que l'ouvrier soit mutilé par une tâche étroite et que le savant soit mutilé par l'éloignement du travail matériel. Un siècle plus tard, cette intuition peut être reformulée : aucune personne ne devrait être condamnée à utiliser toute sa vie des systèmes qu'elle n'a jamais la possibilité de comprendre, et aucune expertise ne devrait être assez éloignée du réel pour ignorer les mains, les corps et les relations qui la rendent opérante.

Notes et références du chapitre 10

1. Pierre Kropotkine, « Brain Work and Manual Work », The Nineteenth Century, mars 1890 ; repris, avec modifications, comme chapitre VIII de Fields, *Factories and Workshops*. Kropotkine y défend explicitement une « complete

education » réunissant science et travail manuel tout en reconnaissant la nécessité ultérieure de la spécialisation. Texte disponible dans Marxists Internet Archive et dans l'édition 1913 du livre sur Project Gutenberg.

2. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, édition révisée, G. P. Putnam's Sons, 1913, chap. VIII. Project Gutenberg, eBook n° 64353.

3. OCDE, *Education at a Glance 2024*, chapitre B3, « What are the key features of general and vocational upper secondary education? », 10 septembre 2024. L'OCDE note notamment que des systèmes séparant fortement voies générale et professionnelle peuvent renforcer des inégalités sociales lorsque les élèves favorisés sont surreprésentés dans la voie générale.

4. OCDE, *Pathways to Professions: Understanding Higher Vocational and Professional Tertiary Education Systems*, OECD Reviews of Vocational Education and Training, 2022. Le rapport insiste notamment sur les passerelles entre enseignement professionnel, supérieur professionnel et enseignement académique.

5. UNESCO, *Convention on Technical and Vocational Education*, 1989 ; UNESCO, *Transforming Technical and Vocational Education and Training for Successful and Just Transitions: Strategy 2022–2029*. Ces textes replacent la formation technique dans des objectifs plus larges d'éducation, d'inclusion et de participation à la société.

6. Michael Polanyi, *The Tacit Dimension*, University of Chicago Press, 1966. La référence est utilisée ici pour la distinction entre savoir explicitement formulé et savoir incorporé dans l'expérience, sans supposer que tout savoir professionnel serait ineffable.

7. A. Blandford et al., « Patient safety and interactive medical devices: Realigning work as imagined and work as done », *Clinical Risk*, 2014, PMID: PMC4361486. L'article montre comment l'écart entre dispositifs conçus pour un travail théorique et conditions d'usage réelles peut créer risques et inefficacités.

8. G. M. Goldman, « The tacit dimension of clinical judgment », *Yale Journal of Biology and Medicine*, 1990, 63(1), p. 47–61, PMID: PMC2589248. L'article discute les limites d'une conception entièrement explicite du jugement clinique.

9. Christine A. Tanner, « Thinking like a nurse: a research-based model of clinical judgment in nursing », *Journal of Nursing Education*, 2006, 45(6), p. 204–211. La revue souligne notamment le rôle de la connaissance du patient, du contexte et de la réflexion sur la pratique.

10. Laura Addati, Umberto Cattaneo, Valeria Esquivel et Isabel Valarino, *Care Work and Care Jobs for the Future of Decent Work*, Organisation internationale du Travail, 2018. Le rapport analyse le travail de soin rémunéré et non rémunéré, ainsi que les inégalités de genre qui lui sont associées.

11. High Tech High, base publique de projets pédagogiques, San Diego. Les projets cités dans ce chapitre illustrent une pédagogie où sciences, fabrication,

expression et présentation publique sont combinées. La source institutionnelle documente le modèle mais ne constitue pas, à elle seule, une évaluation indépendante de ses effets.

12. Mondragon Unibertsitatea, Faculty of Engineering, « About us », « Education Model » et documents du programme Dual. La faculté rappelle l'origine de l'école polytechnique en 1943, la création d'ULGOR par cinq anciens élèves en 1956, celle d'ALECOP en 1966 pour combiner études et travail, et son organisation actuelle sous forme de coopérative mixte associant travailleurs, étudiants et partenaires.

13. Organisation internationale du Travail, Convention n° 140 sur le congé-éducation payé, 1974, notamment articles 1 à 6. La convention relie le congé-éducation à la formation, à l'éducation générale et civique, à l'adaptation aux transformations scientifiques et techniques et à la participation des travailleurs à la vie de l'entreprise et de la communauté.

14. Organisation internationale du Travail, Convention n° 142 sur la mise en valeur des ressources humaines, 1975, et Recommandation n° 195, 2004 ; voir également les ressources OIT sur les compétences et l'apprentissage tout au long de la vie.

15. Organisation internationale du Travail, « The role of collective bargaining in promoting just transitions », Working Paper 145, 2025. L'étude examine 512 conventions collectives et six études de pays, notamment autour de la requalification, de la consultation et des transitions vers de nouveaux emplois.

16. Organisation internationale du Travail, ressources sur la négociation collective et la consultation. L'OIT précise qu'une consultation authentique doit fournir aux travailleurs et à leurs représentants les informations nécessaires et leur donner une possibilité d'influencer les décisions, notamment lorsqu'elles affectent l'emploi.

17. Lucas Aerospace Combine Shop Stewards Committee, Alternative Corporate Plan for Socially Useful Production, 1976 ; archives et témoignages réunis sur le projet The Lucas Plan / Inside Story. Face aux restructurations, le comité intersyndical consulta les travailleurs et élaborait un plan détaillé de productions alternatives socialement utiles.

18. Mike Cooley, Architect or Bee? The Human/Technology Relationship, 1980 (éd. ultérieures disponibles). Cooley, l'un des acteurs du Lucas Plan, critique la technologie conçue contre le savoir humain et défend des formes de conception qui augmentent plutôt qu'elles ne retirent la compétence des travailleurs.

19. Richard Sennett, The Craftsman, Yale University Press, 2008 (trad. française : Ce que sait la main, Albin Michel, 2010). Sennett examine la continuité entre savoir-faire, attention, répétition et jugement pratique.

20. Donald A. Schön, The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action, Basic Books, 1983. La notion de réflexion dans l'action est mobilisée ici pour penser les ajustements professionnels qui ne se réduisent pas à l'application d'une règle préalable.

LES COMMUNS PRODUCTIFS

Mettre en commun ne signifie pas supprimer la propriété, l'expertise ou la règle. Cela signifie organiser une capacité de production de manière que ceux qui en dépendent puissent en protéger l'usage, comprendre les arbitrages essentiels et empêcher qu'un seul intérêt ne transforme la ressource commune en instrument de domination.

Les chapitres précédents ont rapproché la production, la maintenance, l'énergie, les outils et les savoirs. Reste une question institutionnelle : qui possède ces capacités, qui décide de leur usage, qui supporte les risques, qui finance leur renouvellement et qui peut contester une décision ? Sans réponse, la décentralisation technique peut simplement multiplier de petites propriétés privées ou déplacer le pouvoir vers de nouveaux intermédiaires. Le commun productif est une tentative pour traiter cette question sans réduire l'économie à l'alternative entre firme capitaliste et administration centralisée.

Le terme « commun » est cependant devenu suffisamment séduisant pour risquer de ne plus rien distinguer. Un logiciel libre, une forêt communale, une coopérative de travailleurs, une régie publique et un atelier partagé peuvent tous être décrits comme des biens « communs », alors que leurs droits, leurs obligations et leurs structures de pouvoir diffèrent profondément. Ce chapitre ne cherche donc pas une étiquette unique. Il cherche une architecture institutionnelle : une ressource ou une capacité identifiable, des personnes qui en dépendent, des règles d'accès et d'entretien, des mécanismes de décision et de recours, et un financement compatible avec la continuité de la fonction.

1. Sortir de l'alternative entre propriété privée et propriété publique

Le droit moderne aime identifier un propriétaire. L'économie conventionnelle aime identifier une firme. L'administration publique aime identifier une compétence. Ces simplifications sont

utiles : elles indiquent qui peut vendre, signer, investir, lever l'impôt, contracter une dette ou répondre devant un tribunal. Mais elles ne décrivent pas à elles seules la distribution réelle du pouvoir. Une entreprise peut être juridiquement privée tout en dépendant de subventions publiques, de normes communes, de travailleurs hautement organisés et d'une clientèle captive. Une entreprise publique peut être juridiquement collective tout en restant pratiquement opaque aux usagers et aux salariés. Une association peut posséder très peu d'actifs mais organiser un accès décisif à une infrastructure.

La question pertinente n'est donc pas seulement : « à qui appartient la chose ? » Elle est : quels droits cette propriété confère-t-elle, à qui, pour quelle durée, avec quelles limites et quelles obligations ? La propriété d'un terrain peut donner un droit d'usage agricole sans donner la possibilité de spéculer sur sa revente. La propriété d'un logiciel peut être organisée de manière à garantir à tous l'accès au code tout en laissant une fondation administrer la marque et les serveurs. Une collectivité peut posséder un réseau d'eau et déléguer son exploitation, ou l'exploiter directement en associant salariés et usagers à sa gouvernance.

Le commun productif apparaît dans cet espace institutionnel. Il n'abolit pas nécessairement la propriété. Il la décompose en droits : usage, accès, modification, revenu, cession, contrôle, information, recours. Il cherche ensuite à attribuer ces droits de manière compatible avec la fonction de la ressource. Cette décomposition est plus importante que le vocabulaire. Une organisation qui s'appelle « coopérative » peut être très peu démocratique dans les faits ; une régie municipale peut organiser davantage de transparence et de participation qu'une association locale ; une fondation peut protéger un actif contre la spéculation tout en laissant l'usage à des producteurs autonomes.

2. Définir le commun productif : ressource, communauté et règles

Un commun productif peut être défini comme une capacité de produire, réparer, cultiver, distribuer, soigner, informer ou fournir un service, dont la continuité dépend d'un ensemble d'actifs et de savoirs gouvernés par des règles qui limitent leur appropriation exclusive. Cette définition contient trois éléments. Le premier est une ressource ou une capacité : terre, atelier, réseau, machine, code, données, capital patient, infrastructure logistique ou connaissance. Le deuxième est une communauté de dépendance : travailleurs, usagers, habitants, collectivités, partenaires ou générations futures affectées par la manière dont la ressource est utilisée. Le troisième est un régime de règles : accès, contribution, entretien, décision, financement, sanction, sortie et recours.

Cette définition évite deux confusions. D'abord, « commun » ne signifie pas « libre accès sans condition ». Un atelier partagé ne peut accueillir simultanément toute personne souhaitant utiliser une machine dangereuse. Il faut réserver des créneaux, former les utilisateurs, financer l'entretien et éventuellement suspendre l'accès en cas de comportement dangereux. Ensuite, « communauté » ne signifie pas groupe homogène. Les intérêts d'un salarié, d'un usager, d'un voisin et d'une collectivité peuvent diverger. Le commun n'efface pas cette divergence ; il lui donne une forme institutionnelle.

Les travaux d'Elinor Ostrom ont montré, à partir de ressources naturelles très diverses, que la gestion collective ne mène pas mécaniquement à la surexploitation. Les systèmes durables qu'elle étudie disposent généralement de frontières compréhensibles, de règles adaptées au contexte, d'une participation des personnes affectées, de dispositifs de suivi, de sanctions graduées, de mécanismes de résolution des conflits et d'une reconnaissance externe du droit à s'organiser. Pour les systèmes complexes, les responsabilités sont souvent imbriquées dans plusieurs niveaux. Ces principes ne sont ni un code coopératif ni un programme politique complet. Ils apportent une discipline : un commun doit

être étudié comme une institution concrète, et non comme une vertu collective supposée.

Appliqué à la production, ce cadre ajoute une question que les communs naturels posent moins directement : comment renouveler les machines, financer l'innovation, rémunérer le travail et supporter les périodes de pertes ? Une forêt peut se régénérer biologiquement ; une machine-outil s'use et doit être remplacée. Un logiciel peut être copié presque gratuitement, mais sa maintenance demande du temps qualifié. Une infrastructure d'eau a besoin de décennies d'investissement. Le commun productif ne peut donc être seulement un régime d'usage. Il doit être un régime de reproduction de la capacité.

3. Coopérative, commun, régie, mutuelle, fondation : ne pas tout confondre

La coopérative est une entreprise détenue et contrôlée démocratiquement par ses membres, selon la définition internationale de l'Alliance coopérative internationale. Les membres peuvent être des travailleurs, des consommateurs, des producteurs, des épargnants ou plusieurs catégories réunies. Le commun est plus large : il désigne le régime de gouvernance d'une ressource ou d'une capacité. Une coopérative peut gouverner un commun, mais elle peut aussi poursuivre presque exclusivement l'intérêt de ses membres. Inversement, un commun peut prendre la forme juridique d'une association, d'une fondation, d'une société à capital verrouillé ou d'un établissement public.

La régie publique repose sur une autre légitimité. Elle ne tire pas d'abord son autorité de l'adhésion volontaire des membres, mais d'une collectivité politique et d'un droit universel au service. Elle peut donc garantir l'accès à des personnes qui n'ont ni capital à apporter ni temps à consacrer à une assemblée. Sa faiblesse possible est symétrique : l'universalité juridique peut masquer une faible capacité d'intervention des usagers et des travailleurs dans les choix réels.

La mutuelle organise principalement la couverture d'un risque ou la fourniture d'un service au bénéfice de ses membres. La

fondation, elle, peut verrouiller la destination d'un patrimoine : foncier, capital, bâtiments, droits intellectuels. Elle est particulièrement utile lorsque l'enjeu est d'empêcher la revente ou la privatisation d'un actif, mais elle peut devenir paternaliste si ceux qui utilisent réellement l'actif n'ont aucun pouvoir sur sa gestion. Les structures multipartites cherchent précisément à combiner ces fonctions : protéger un actif, garantir un accès public, reconnaître le travail, représenter les usagers et faire intervenir les collectivités.

Aucune forme n'est donc supérieure indépendamment de la fonction. Une boulangerie détenue par ses salariés n'a pas les mêmes besoins institutionnels qu'un réseau d'eau, qu'une banque de dépôt, qu'un foncier agricole ou qu'un logiciel critique. Le principe à retenir est plus modeste : choisir la forme de propriété et de gouvernance qui rend difficile la capture de la ressource par un intérêt particulier tout en permettant les décisions quotidiennes, l'investissement et la responsabilité juridique.

4. Scott Bader : une industrie placée en propriété commune

Le cas de Scott Bader est utile parce qu'il ne s'agit ni d'un petit atelier militant ni d'un service public. L'entreprise britannique fabrique des produits chimiques spécialisés. En 1951, son propriétaire, Ernest Bader, transféra le contrôle de l'entreprise à une structure de propriété commune devenue le Scott Bader Commonwealth. L'organisation actuelle présente toujours cette architecture comme un élément constitutif de son identité : l'entreprise ne peut pas simplement être vendue comme un actif ordinaire et les membres du Commonwealth, issus des salariés, disposent d'un rôle dans sa gouvernance.

Ce cas montre une première stratégie de commun productif : séparer la continuité de l'entreprise de la valeur de marché de ses titres. Dans une société classique, une offre d'achat élevée peut convaincre les actionnaires même si la vente détruit une fonction territoriale, un savoir collectif ou une culture industrielle. Dans une structure à actif verrouillé, la décision de céder l'ensemble

n'est plus une simple opération patrimoniale. Le capital reste nécessaire, mais il cesse d'être le détenteur d'un droit absolu de sortie par vente de l'organisation.

Cette architecture ne supprime pourtant ni le marché ni la hiérarchie technique. Une entreprise chimique doit satisfaire des clients, investir, respecter des normes de sécurité, recruter des spécialistes et arbitrer rapidement certaines décisions. La propriété commune ne signifie pas que chaque formulation chimique ou chaque contrat commercial est soumis à référendum. Elle signifie que les frontières du pouvoir économique sont différentes : la direction exerce un mandat au sein d'une organisation dont la finalité et la propriété ne sont pas réductibles à la maximisation de la valeur de revente.

Scott Bader oblige ainsi à distinguer démocratie stratégique et microgestion. Un commun productif viable ne demande pas que tous décident de tout. Il demande que ceux qui exercent une expertise ne puissent transformer cette expertise en souveraineté sur l'organisation ; que les détenteurs de capital n'achètent pas le droit de redéfinir seuls sa finalité ; et que les membres disposent d'informations et de procédures leur permettant de contester les choix structurants. La démocratie productive devient une architecture de compétences et de contre-pouvoirs plutôt qu'une assemblée permanente.

5. Travailleurs, usagers et collectivités : plusieurs légitimités dans une même production

Une coopérative de travailleurs répond à une injustice précise : ceux qui accomplissent l'activité ne devraient pas être gouvernés uniquement par des propriétaires extérieurs. Le modèle membre-travailleur-propriétaire donne aux salariés un droit institutionnel sur l'entreprise. Il favorise une vision de long terme de l'emploi et peut rendre plus visibles les conséquences humaines des restructurations. Mais il ne résout pas toutes les questions de pouvoir. Les travailleurs peuvent vouloir des prix plus élevés alors que les usagers veulent l'accès ; protéger leurs emplois peut les inciter à maintenir une production polluante ; les membres

anciens peuvent verrouiller l'entrée de nouveaux membres ou réserver à leur groupe les bénéfices accumulés.

Une coopérative de consommateurs corrige une autre asymétrie : le service appartient à ceux qui l'utilisent. Cette forme est pertinente dans la distribution, le crédit, l'énergie ou certains services. Mais le consommateur n'est pas nécessairement attentif aux conditions de travail. Une pression démocratique sur les prix peut se traduire par une pression sur les salaires ou par une externalisation des tâches pénibles.

Les modèles multipartites reconnaissent que la production moderne crée plusieurs catégories de dépendance. Une plateforme de mobilité affecte les conducteurs, les passagers et la ville. Un réseau énergétique affecte les salariés, les abonnés, les communes et les milieux naturels. Un atelier territorial peut avoir des membres réguliers, des écoles partenaires, des artisans utilisateurs et un financement municipal. La représentation de ces groupes n'a pas besoin d'être parfaitement symétrique. Elle doit être proportionnée à leurs droits, aux risques supportés et à la nature des décisions.

Il faut éviter le fantasme d'un parlement miniature dans chaque organisation. Le multipartisme n'est utile que s'il répond à des conflits identifiables. Pour certaines décisions, les travailleurs doivent avoir un pouvoir prépondérant parce qu'ils supportent directement les conséquences sur l'emploi et l'organisation du travail. Pour d'autres, l'usager ou la collectivité doit pouvoir imposer des obligations de continuité, d'accessibilité ou d'environnement. L'enjeu n'est pas de tout pondérer dans un score unique, mais de définir des domaines de compétence, des droits de veto limités et des procédures de recours.

6. Eau de Paris : quand la régie publique devient gouvernance pluraliste

La remunicipalisation de l'eau parisienne fournit un cas différent. Eau de Paris est née en 2009 de la volonté de la Ville de Paris de réunifier la production, le transport et la distribution dans une gestion directe et publique. L'opérateur est une régie

publique. Sa légitimité première vient donc de la collectivité municipale, pas d'une adhésion coopérative. Mais son conseil d'administration ne réunit pas seulement des élus : il comprend aussi des représentants du personnel et des associations de consommateurs et de protection de l'environnement. La gouvernance travaille en outre avec l'Observatoire parisien de l'eau, conçu comme espace d'information, de concertation et de débat.

Ce montage est intéressant parce qu'il montre qu'un service public peut incorporer des éléments de gouvernance du commun sans cesser d'être public. L'eau n'est pas réservée aux membres qui auraient acheté une part ; le service répond à une obligation territoriale. En même temps, la municipalité n'est pas supposée être l'unique source de légitimité. Les salariés possèdent une connaissance opérationnelle, les associations représentent des intérêts d'usage et environnementaux, et l'observatoire crée un lieu supplémentaire de contestation et d'information.

La régie publique possède aussi une capacité dont beaucoup de petits communs manquent : lever et engager durablement des ressources pour une infrastructure lourde. Le rapport d'activité 2024 d'Eau de Paris fait état de plus de 56 millions d'euros d'investissements cette année-là. Ce chiffre importe moins ici comme performance que comme rappel matériel : un commun de l'eau n'est pas seulement une assemblée sur le tarif. Il doit entretenir des captages, des usines, des canalisations, des laboratoires, des systèmes d'information et des protections de long terme des zones de ressource.

Le cas parisien ne prouve pas que toute remunicipalisation produit automatiquement une démocratie supérieure. Une régie peut devenir technocratique, un observatoire peut être peu fréquenté et une majorité municipale peut contrôler l'agenda. Il montre seulement qu'une grande infrastructure peut combiner propriété publique, expertise professionnelle, représentation des travailleurs et présence organisée de la société civile. C'est précisément cette combinaison qu'un commun productif doit

apprendre à concevoir au lieu d'opposer abstraitement « État » et « autogestion ».

7. Terre de Liens : retirer le foncier agricole de la spéculation sans retirer l'usage aux paysans

Le foncier agricole révèle une autre tension. Une terre est à la fois un actif patrimonial, un outil de travail, un milieu écologique et une condition d'installation pour les générations futures. Lorsque sa valeur spéculative augmente, un agriculteur peut devenir riche sur le papier et pourtant incapable de transmettre l'exploitation à un nouvel entrant. À l'inverse, retirer toute autonomie au producteur au nom de la conservation du sol peut transformer le paysan en simple exécutant d'une fondation.

Le mouvement Terre de Liens expérimente une séparation entre propriété patrimoniale et usage agricole. Sa Foncière collecte du capital citoyen pour acquérir des terres et des fermes ; sa Fondation peut recevoir des terres, des fermes et des actions et les conserver dans une perspective de très long terme. Les biens sont ensuite mis à disposition de projets agricoles selon des engagements déterminés. La Fondation indique explicitement travailler à la pérennité de la vocation agricole des terres et à leur protection contre la disparition ou la spéculation.

Cette architecture est une forme de commun foncier parce que la propriété n'est plus organisée principalement pour réaliser une plus-value à la revente. Le capital souscrit finance l'acquisition ; une structure patrimoniale assure la continuité ; des agriculteurs autonomes utilisent le sol et en tirent leur revenu ; des associations territoriales participent à l'identification des projets et au travail citoyen autour du foncier. Plusieurs couches institutionnelles remplacent l'unité simple du propriétaire exploitant.

La contrepartie est une complexité réelle. Qui choisit le projet agricole lorsque plusieurs candidats existent ? Jusqu'où la structure foncière peut-elle imposer des pratiques écologiques ? Que se passe-t-il quand la viabilité économique d'une ferme exige une évolution non prévue ? Comment éviter que la protection de

la terre ne devienne une tutelle permanente sur celui qui la travaille ? Le commun foncier ne supprime pas ces conflits. Il rend possible leur traitement sans que la solution par défaut soit la vente au plus offrant.

8. Le capital : l'angle mort des alternatives productives

Une organisation peut être parfaitement démocratique et mourir faute de trésorerie. Les communs productifs ont besoin de capital initial, de fonds de roulement, de réserves, d'assurance et de capacité d'emprunt. Cette réalité explique en partie pourquoi les structures à capital classique se sont imposées : l'action négociable permet de concentrer rapidement des ressources et offre aux investisseurs une perspective de sortie. Supprimer cette sortie sans construire d'autre circuit de financement fragilise les organisations que l'on souhaite protéger.

Le problème n'est donc pas de supprimer le capital, mais de limiter le pouvoir politique attaché à son apport. Plusieurs techniques existent. Les parts peuvent donner un rendement plafonné et des droits de vote non proportionnels au capital. Les réserves peuvent être impartageables afin que plusieurs décennies d'accumulation collective ne deviennent pas une prime de liquidation pour une génération de membres. Une fondation peut détenir l'actif stratégique. Une collectivité peut garantir un emprunt. Une banque coopérative peut prêter selon une connaissance sectorielle plus longue. Un fonds patient peut accepter des horizons de remboursement incompatibles avec les attentes du capital-risque.

Les coopératives financières sont importantes dans cet écosystème. Les travaux de l'Organisation internationale du Travail sur la crise financière de 2007-2008 ont souligné la résilience de nombreuses banques coopératives, caisses de crédit et credit unions, ainsi que leur capacité à maintenir des services et du crédit à des ménages et petites entreprises. Cette résilience n'est pas universelle et ne transforme pas toute banque coopérative en modèle, mais elle montre qu'un financement contrôlé par des membres peut avoir des comportements différents de celui d'une

banque gouvernée principalement par le rendement de l'actionnaire.

Le financement public peut compléter cette architecture sans nationaliser l'organisation. Prêts de long terme, garanties, avances remboursables, fonds de conversion d'entreprises, participation sans contrôle, commande publique pluriannuelle : chacun de ces instruments réduit un risque différent. L'Union européenne reconnaît d'ailleurs explicitement l'accès au financement et aux marchés comme une difficulté structurante de l'économie sociale. L'enjeu politique est de créer un continuum de financement où une entreprise peut croître sans devoir abandonner sa gouvernance pour obtenir le capital nécessaire à cette croissance.

Le capital patient ne doit cependant pas devenir capital complaisant. Une organisation incapable de couvrir durablement ses coûts ne doit pas être maintenue indéfiniment sous perfusion parce qu'elle possède une gouvernance sympathique. Le financement patient achète du temps pour investir, apprendre, traverser une crise ou atteindre une maturité technique ; il ne dispense pas d'évaluer l'utilité, la qualité et la viabilité. La discipline du commun consiste précisément à rendre visibles ces arbitrages plutôt qu'à les masquer sous la rentabilité financière ou, inversement, sous la vertu sociale.

9. La commande publique comme infrastructure de demande

Le financement n'est pas seulement une question de capital. Une organisation productive a besoin de débouchés suffisamment prévisibles pour amortir ses équipements et maintenir ses compétences. Les collectivités, hôpitaux, écoles, universités et entreprises publiques constituent d'immenses acheteurs. Leur manière de définir un marché peut favoriser une économie concentrée ou permettre l'existence d'un tissu productif diversifié.

Le prix reste évidemment un critère important : l'argent public n'est pas un fonds sans limite. Mais la recherche systématique du prix d'achat minimal peut externaliser des coûts vers la maintenance, l'emploi, les dépendances techniques ou

l'environnement. Une commande publique orientée vers les capacités peut valoriser la durée de vie, la réparabilité, l'interopérabilité, la documentation, la formation, les conditions de travail et la continuité du service. Elle ne devrait pas réserver arbitrairement les marchés à des organisations proches du pouvoir ; elle devrait définir des exigences vérifiables auxquelles différentes formes d'entreprise peuvent répondre.

Pour un commun productif, un contrat pluriannuel peut valoir davantage qu'une subvention ponctuelle. Il fournit une visibilité permettant d'embaucher, d'investir et de former. En retour, l'organisation doit accepter des obligations fortes : comptes ouverts aux autorités compétentes, contrôle de qualité, indicateurs de service, clauses de révision, mécanismes de sanction et possibilité de remise en concurrence ou de reprise publique en cas de défaillance grave. La commande publique devient alors un pacte de capacité, pas une rente.

10. Gouverner le quotidien : accès, entretien, expertise et sanctions

Les grands principes deviennent réels dans les détails. Qui obtient un créneau de machine lorsque la demande dépasse la capacité ? Qui décide qu'un équipement doit être remplacé ? Qui peut consulter le contrat d'assurance ? Qui forme les nouveaux membres ? Qui ferme temporairement l'atelier après un incident ? Qui paie lorsqu'un utilisateur casse un outil ? Les communs échouent souvent moins par absence d'idéal que par accumulation de petites décisions non traitées.

Les règles d'accès doivent être simples et explicables. Certaines ressources peuvent être ouvertes à tous ; d'autres demandent une adhésion, une formation ou une priorité liée au besoin. Une tarification différenciée peut financer l'accès de personnes ayant peu de moyens, mais elle doit éviter de créer une catégorie d'usagers de seconde zone. Les règles de réservation doivent empêcher qu'un petit groupe bloque les meilleurs créneaux. Les données d'usage peuvent aider à ajuster les capacités, mais elles ne doivent pas devenir une surveillance intrusive.

L'entretien doit être une fonction visible. Le chapitre précédent a montré que la maintenance disparaît facilement derrière l'achat du neuf. Dans un commun, cette invisibilité devient particulièrement dangereuse : chacun bénéficie de la ressource et peut supposer que quelqu'un d'autre la maintiendra. Une partie des contributions financières doit donc être affectée à des réserves de maintenance ; les responsabilités techniques doivent être identifiées ; les utilisateurs doivent signaler les défauts ; et le budget de renouvellement doit être discuté avant que l'équipement ne tombe en panne.

Les sanctions ne sont pas contradictoires avec le commun. Au contraire, l'absence de sanction protège souvent le membre puissant ou familier de l'organisation. Les sanctions graduées observées par Ostrom offrent une logique utile : avertissement, réparation, restriction temporaire, puis exclusion dans les cas graves ou répétés. La règle doit distinguer l'erreur, l'imprudence et l'abus. Surtout, la personne sanctionnée doit disposer d'une procédure de contestation qui ne dépende pas uniquement de ceux avec qui elle est en conflit.

11. Le problème de l'expertise et la bureaucratie interne

Plus un commun devient complexe, plus il a besoin de personnes qui connaissent le droit, les finances, la sécurité, les contrats, les systèmes informatiques et les techniques de production. Cette professionnalisation est souvent dénoncée comme bureaucratisation, mais la suppression des spécialistes ne rendrait pas l'organisation plus démocratique. Elle la rendrait dépendante de spécialistes extérieurs que les membres contrôlent encore moins.

Le problème est la transformation de l'expertise en monopole de décision. Celui qui prépare le budget choisit en partie ce qui devient visible. Celui qui comprend seul le contrat peut imposer son interprétation. Celui qui maîtrise l'architecture informatique peut rendre certaines options pratiquement impossibles avant même qu'une assemblée en discute. La démocratie formelle peut

ainsi rester intacte tandis que le pouvoir migre vers les personnes qui cadrent les décisions.

Plusieurs contre-mesures sont nécessaires : documents lisibles et non seulement juridiquement complets ; présentation de plusieurs scénarios lorsque l'incertitude est réelle ; rotation partielle des fonctions ; binômes entre salariés permanents et membres formés ; droit à une contre-expertise ; temps de formation ; conservation des décisions et de leurs motifs ; audits périodiques. Il faut également payer correctement le travail administratif. L'idéal du bénévole héroïque produit souvent l'effet inverse : seuls les retraités, les personnes aisées ou celles qui acceptent un surtravail durable disposent du temps nécessaire pour gouverner.

La participation doit elle-même être distribuée. Une assemblée annuelle de cinq heures ne peut absorber la gestion d'une entreprise complexe. Le commun mature combine décisions déléguées, groupes techniques, représentation, consultation et moments de souveraineté des membres. La question démocratique n'est pas « tout le monde a-t-il voté sur tout ? », mais « les décisions ont-elles été prises par les personnes ayant un mandat légitime, avec des informations suffisantes, sous des règles contestables et avec une possibilité effective de correction ? »

12. Inclusion, minorités et droit de sortir

La petite communauté n'est pas naturellement accueillante. Elle peut être plus oppressive qu'une grande institution précisément parce que chacun se connaît, que les sanctions sociales sont fortes et que les alternatives locales sont faibles. Une coopérative peut favoriser les familles historiques. Un atelier peut devenir culturellement inaccessible à ceux qui ne maîtrisent pas son jargon. Une communauté foncière peut imposer une conception étroite de la « bonne » agriculture. Le langage du commun ne doit jamais transformer ces mécanismes en authenticité locale.

L'accès doit donc être traité comme une question politique. Qui peut devenir membre ? À quel prix ? Avec quelle période d'essai ? Les travailleurs salariés non membres disposent-ils des mêmes

droits fondamentaux ? Les nouveaux entrants peuvent-ils réellement peser face aux fondateurs ? Une personne handicapée peut-elle utiliser le lieu ? Les horaires permettent-ils la participation des personnes ayant des responsabilités familiales ? Les procédures sont-elles accessibles à ceux qui écrivent mal ou parlent une autre langue ?

Le droit de sortie est tout aussi important. Une personne ne devrait pas devoir renoncer à son logement, à sa couverture de soins ou à son outil de travail essentiel pour contester une organisation. Les communs fournissant des biens vitaux doivent donc être encadrés par des garanties extérieures. Le droit public, le droit du travail et les tribunaux ne sont pas des ennemis automatiques de l'autonomie ; ils peuvent protéger l'individu lorsque la communauté devient elle-même le lieu de l'abus.

Enfin, la majorité ne doit pas pouvoir transformer tous les droits en objets de vote. Les règles fondamentales de non-discrimination, de sécurité, de protection contre le harcèlement, de transparence et de recours doivent être plus difficiles à modifier qu'un horaire d'ouverture. Le commun n'est démocratique que s'il limite également le pouvoir de sa majorité.

13. Fagor Electrodomésticos : l'échec d'une coopérative n'abolit pas le problème de la gouvernance

L'histoire de Fagor Electrodomésticos empêche d'idéaliser la forme coopérative. Issue du mouvement de Mondragon, Fagor devint l'une des grandes coopératives industrielles européennes dans l'électroménager. Elle se développa à l'international, acquit notamment Brandt en France et affronta un secteur extrêmement concurrentiel. En 2013, après des années de difficultés, d'endettement et de crise du marché, elle entra en procédure d'insolvabilité et cessa son activité principale.

Les analyses consacrées à sa faillite ne permettent pas de réduire l'échec à une cause unique. Elles mentionnent les conditions macroéconomiques, la concurrence internationale, une stratégie d'expansion et d'endettement risquée, mais aussi des problèmes de gouvernance. Des chercheurs ont étudié le rôle de

l'assemblée générale, du conseil rectoral et du conseil social et souligné les difficultés de ces organes à superviser la direction et à prendre assez tôt des décisions stratégiques douloureuses. La démocratie ne garantit donc ni la qualité de l'information ni la rapidité du diagnostic.

Le cas révèle aussi un paradoxe du capital collectif. Une coopérative peut être incitée à retarder une restructuration parce que les membres ont investi leur travail, leur épargne, leur identité et leur territoire dans l'organisation. Ce qui constitue sa force sociale peut rendre la reconnaissance de l'échec plus difficile. À l'inverse, une entreprise gouvernée par des investisseurs peut fermer trop vite une unité encore socialement utile dès que son rendement devient inférieur à une autre option. Le problème n'est pas de trouver une forme qui ne se trompe jamais, mais de construire des mécanismes capables de reconnaître l'erreur sans sacrifier immédiatement ceux qui en supportent le coût.

La réponse de l'écosystème Mondragon après la chute de Fagor est aussi instructive. Les mécanismes d'intercoopération, de protection sociale et de reclassement ont permis d'absorber une partie du choc pour les membres, même si les salariés des filiales non coopératives n'étaient pas tous protégés de la même manière. Autrement dit, la fédération n'a pas sauvé l'entreprise, mais elle a pu préserver des personnes et des compétences. Cela annonce le chapitre suivant : un commun isolé peut échouer ; la question est de savoir ce que le réseau commun doit garantir lorsque l'une de ses unités disparaît.

14. Les communs peuvent-ils changer d'échelle ?

L'objection classique affirme que l'autogouvernement fonctionne dans un village, un atelier ou une petite coopérative mais se dissout dès que des milliers de personnes, plusieurs sites et des technologies complexes entrent en jeu. Cette objection contient une part de vérité : le nombre augmente les coûts de coordination, rend la connaissance mutuelle impossible et renforce la dépendance aux professionnels de la gestion. Mais elle confond

souvent changement d'échelle et agrandissement d'une seule organisation.

La réponse la plus robuste n'est pas de faire d'une assemblée locale une assemblée de cent mille membres. Elle est d'imbriquer des unités. Ostrom a précisément identifié l'organisation en niveaux imbriqués comme une caractéristique importante des systèmes de ressources de grande taille. Les coopératives utilisent depuis longtemps des fédérations, des banques communes, des centrales d'achat, des assurances mutuelles et des organismes de formation. Les régies publiques peuvent partager des laboratoires ou des infrastructures. Des fondations foncières territoriales peuvent appartenir à un mouvement national sans que chaque location de ferme soit décidée au siège.

L'échelle pertinente varie selon la fonction. L'entretien d'une machine peut être local ; l'assurance contre une catastrophe doit être plus large. La gestion d'un atelier peut être territoriale ; la fabrication des roulements ou des semi-conducteurs dont il dépend restera probablement internationale. Un logiciel peut être développé par un réseau mondial mais déployé sous des règles locales. La fédération permet de ne pas choisir une fois pour toutes entre local et central : chaque compétence est attribuée au niveau où elle peut être exercée avec efficacité, information et contrôle.

Cette architecture ne supprime pas le risque de recentralisation. Les organismes fédéraux accumulent des données, des compétences financières et des relations politiques. Ils peuvent devenir indispensables puis dicter leurs conditions. La montée en échelle d'un commun exige donc la possibilité inverse : auditer le niveau fédéral, limiter ses mandats, publier ses règles, distribuer ses données et permettre aux unités de contester la délégation. Le chapitre 12 développera précisément cette question.

15. Innovation : le commun est-il condamné à imiter ?

Une autre objection affirme que les communs manquent d'innovation parce qu'ils limitent la rémunération du capital et ralentissent la décision. L'argument ne peut être rejeté par principe. Certaines innovations exigent des années de recherche,

des investissements risqués et une coordination forte. Si aucune institution commune n'accepte de perdre de l'argent pendant une longue période, le capital privé conservera un avantage dans certains secteurs.

Mais l'innovation ne vient pas seulement du capital-risque. Elle vient des laboratoires publics, des universités, des utilisateurs, des fournisseurs, des travailleurs, des communautés de logiciel libre et des investissements internes accumulés pendant des décennies. Le problème institutionnel est de relier ces sources sans transformer chaque résultat en rente exclusive. Le commun peut financer l'innovation par des réserves, des fonds sectoriels, des banques coopératives, des achats publics anticipés, des concours de recherche ou des licences qui autorisent la diffusion tout en finançant la maintenance.

L'innovation commune demande aussi un droit à l'expérimentation interne. Une organisation démocratique peut devenir conservatrice si chaque projet doit obtenir l'accord de tous avant de commencer. Il faut donc réserver des budgets d'essai, donner des mandats temporaires à des équipes et définir à l'avance les critères de poursuite ou d'arrêt. La démocratie décide du risque acceptable et de la finalité ; elle n'a pas à remplacer l'ingénierie dans l'exécution quotidienne.

Le critère n'est finalement pas la quantité brute d'innovations produites, mais la capacité à apprendre sans privatiser toutes les connaissances et sans imposer à ceux qui subissent l'innovation un risque qu'ils ne peuvent contester. Une organisation commune peut accepter d'aller moins vite sur certains choix si ce ralentissement produit une meilleure appropriation ; elle doit aussi savoir décider vite lorsque l'urgence technique est réelle. La lenteur n'est pas plus démocratique que la vitesse n'est innovante.

16. Évaluer un commun sans fabriquer un score total

Une entreprise classique dispose d'indicateurs dominants faciles à agréger : chiffre d'affaires, marge, rendement, valeur de l'entreprise. Un commun productif poursuit plusieurs finalités : accessibilité, qualité du travail, continuité du service, entretien des

actifs, apprentissage, résilience, impact territorial et limitation des dommages écologiques. Il est tentant de transformer ces dimensions en un indice unique. Ce serait souvent une erreur.

Les dimensions ne sont pas nécessairement commensurables. Une hausse de salaire peut réduire la capacité d'investissement à court terme. L'ouverture à de nouveaux membres peut rendre certaines décisions plus lentes. Le maintien d'un atelier peu rentable peut avoir une valeur de résilience territoriale difficile à convertir en euros. À l'inverse, invoquer la « valeur sociale » peut servir à cacher un mauvais service ou une consommation excessive de ressources. L'évaluation doit donc présenter les tensions plutôt que les dissoudre.

Un tableau de bord utile distinguerait au moins cinq familles. Premièrement, la fonction : qualité, continuité, accessibilité et satisfaction des besoins. Deuxièmement, la capacité : état des actifs, maintenance, compétences, réserves et dépendances critiques. Troisièmement, le travail : salaires, sécurité, autonomie, formation et stabilité. Quatrièmement, le pouvoir : participation réelle, concentration de l'information, diversité des membres, recours et renouvellement des mandats. Cinquièmement, les externalités : énergie, matières, territoire, pollution et effets sur les non-membres.

Ces indicateurs doivent pouvoir conduire à des décisions. Si la participation baisse, faut-il modifier les horaires, réduire le nombre de votes ou financer du temps de mandat ? Si la maintenance est sous-financée, faut-il relever les tarifs, diminuer l'activité ou chercher une mutualisation ? Si l'organisation sert très bien ses membres mais aggrave une nuisance territoriale, quelle institution extérieure peut imposer une correction ? L'évaluation du commun n'est pas une célébration de ses intentions. C'est une méthode pour rendre sa finalité contestable par le réel.

17. Une architecture institutionnelle du commun productif

Les exemples précédents permettent de dégager une architecture sans prétendre définir une forme juridique

universelle. Premier élément : un actif ou une capacité stratégique doit être protégé contre la liquidation opportuniste. Cela peut passer par des réserves impartageables, une fondation, un statut public, une propriété commune ou des clauses de cession strictes. Deuxième élément : les personnes qui travaillent et celles qui dépendent du service doivent disposer de droits explicites, mais ces droits peuvent varier selon la fonction. Troisième élément : le capital reçoit une rémunération et une sécurité compatibles avec l'investissement sans acheter une souveraineté proportionnelle au montant apporté.

Quatrième élément : l'organisation doit financer sa reproduction. Un fonds de maintenance, des réserves de crise et un plan de renouvellement sont aussi importants que la gouvernance. Cinquième élément : l'expertise doit être organisée comme capacité commune. Les spécialistes sont nécessaires, mais les informations structurantes doivent être transmissibles, auditables et suffisamment comprises pour que les mandats restent réels. Sixième élément : les conflits ont besoin de procédures de médiation, de sanction, de recours et de protection des minorités. Septième élément : les communs isolés doivent pouvoir partager financement, assurance, formation, recherche et infrastructures à travers des fédérations.

Huitième élément : une relation avec le droit public est inévitable. Même une coopérative très autonome dépend du droit du travail, de la sécurité, de la concurrence, de l'environnement et de la fiscalité. L'enjeu n'est pas d'échapper à toute institution extérieure, mais d'éviter qu'une norme générale détruise les capacités d'auto-organisation qu'elle prétend protéger. L'Organisation internationale du Travail insiste depuis longtemps sur la nécessité d'un cadre juridique reconnaissant les spécificités coopératives plutôt que de traiter les coopératives comme de simples sociétés par actions atypiques.

Neuvième élément : la sortie doit être possible sans permettre la liquidation privée du patrimoine commun. Un membre peut partir, retirer une part selon des règles soutenables et emporter ses droits personnels ; il ne doit pas pouvoir réclamer une fraction

spéculative de l'actif accumulé par plusieurs générations si cette possibilité détruit la continuité de la mission. La différence entre valeur personnelle et patrimoine commun est l'une des protections essentielles contre la démutualisation.

Enfin, le commun productif doit accepter sa propre fin. Une ressource ou une organisation qui ne remplit plus sa fonction ne doit pas être éternisée pour protéger une identité institutionnelle. Les règles doivent prévoir la transformation, la fusion, la fermeture et la destination des actifs. Le verrouillage du patrimoine sert à protéger une fonction, pas à rendre une organisation immortelle. Lorsque le service disparaît, le patrimoine commun devrait autant que possible être transféré vers une fonction compatible plutôt que privatisé par les derniers membres.

18. Bilan : posséder ensemble ne suffit pas

Le commun productif n'est ni une propriété sans propriétaire, ni une entreprise où tout le monde vote sur tout. C'est une manière d'organiser la dépendance réciproque autour d'une capacité productive. Il demande de protéger certains actifs contre la spéculation, de donner un pouvoir réel à ceux qui travaillent et utilisent, de financer la maintenance et l'innovation, d'encadrer l'expertise, de protéger les minorités et de prévoir des recours.

Scott Bader montre qu'une industrie peut verrouiller sa propriété contre la vente tout en restant insérée dans des marchés mondiaux. Eau de Paris montre qu'un service public peut associer élus, salariés, usagers et associations sans abandonner l'universalité du service. Terre de Liens montre qu'un patrimoine foncier peut être séparé de la spéculation pour maintenir une capacité d'usage agricole. Fagor rappelle qu'aucune architecture démocratique n'abolit l'erreur stratégique, la concurrence ou les conflits de pouvoir.

La conclusion n'est donc pas que les communs remplacent l'entreprise ou l'État. Elle est que la propriété, le financement et la gouvernance peuvent être recomposés autour de fonctions plutôt qu'autour d'un droit unique du propriétaire ou d'une souveraineté

administrative totale. Ce déplacement est décisif pour les ateliers, l'énergie, les plateformes, les logiciels, la maintenance et les infrastructures évoqués dans les chapitres précédents.

Mais une difficulté reste ouverte. Chaque commun dépend de ressources qu'il ne produit pas lui-même : crédit, assurance, standards, énergie, connaissances, matières, infrastructures et solidarité en cas de crise. Si chaque unité cherche seulement son autonomie, le résultat sera une mosaïque fragile et inégalitaire. Le problème suivant n'est donc plus de mettre en commun une capacité isolée. Il est d'organiser la coopération entre communs sans reconstruire un centre souverain. C'est la question de la fédération.

Notes et références du chapitre 11

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, édition révisée, 1912-1913. Le chapitre prolonge l'intuition kropotkinienne d'une production distribuée en l'appliquant ici aux formes contemporaines de propriété, de financement et de gouvernance.
2. Elinor Ostrom, *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press, 1990 ; voir également l'information publique du prix de la Banque de Suède 2009, [NobelPrize.org](https://www.nobelprize.org), qui résume les mécanismes de coopération identifiés dans les recherches d'Ostrom : règles définissant les droits, participation, suivi, sanctions graduées, résolution des conflits et reconnaissance du droit à s'organiser.
3. Elinor Ostrom, *Understanding Institutional Diversity*, Princeton University Press, 2005. Le chapitre utilise son approche institutionnelle comme méthode de distinction, non comme recette transposable mécaniquement de l'irrigation à l'industrie.
4. Alliance coopérative internationale, « Identité, valeurs et principes coopératifs ». L'ACI définit la coopérative comme une association autonome de personnes réunies volontairement pour satisfaire des besoins communs au moyen d'une entreprise détenue collectivement et contrôlée démocratiquement.
5. Organisation internationale du Travail, Recommandation n° 193 sur la promotion des coopératives, 2002, et guide d'information mis à jour en 2014. Ces textes insistent sur un environnement juridique permettant aux coopératives de conserver leur identité propre et leur autonomie.
6. Scott Bader, « Our Constitution » et « Scott Bader Commonwealth », documents institutionnels consultés en 2026. L'entreprise située en 1951 la mise en place de sa propriété commune et indique que cette structure vise

notamment à empêcher la vente ou la prise de contrôle ordinaire de l'entreprise et à donner un rôle à ses membres salariés.

7. Organisation internationale du Travail, « Worker cooperatives », mise à jour du 4 mars 2025. L'OIT décrit la spécificité du modèle membre-travailleur-propriétaire et les usages contemporains des coopératives de travail.

8. Eau de Paris, « Notre organisation » et « Le conseil d'administration », documents institutionnels. Eau de Paris indique être née en 2009 de la décision de la Ville de Paris de revenir à une gestion intégrée, directe et publique de l'eau ; son conseil d'administration associe élus municipaux, représentants des salariés et associations de consommateurs et de protection de l'environnement.

9. Eau de Paris, Rapport d'activité 2024, publié en juillet 2025. Le rapport mentionne notamment 56,16 millions d'euros d'investissements en 2024 ; le chiffre est utilisé ici pour illustrer la matérialité financière d'un service public de réseau, non comme mesure globale de performance.

10. Terre de Liens, « La Fondation Terre de Liens », « Gouvernance de la Fondation Terre de Liens » et statuts de la Foncière Terre de Liens. Le mouvement associe structures associatives, foncière et fondation pour préserver les terres agricoles et faciliter l'accès au foncier ; la Fondation détient notamment une partie du capital de la Foncière dans une perspective de long terme.

11. Johnston Birchall, *Resilience in a Downturn: The Power of Financial Cooperatives*, Organisation internationale du Travail, 2013. Le rapport examine la résilience des banques coopératives, caisses de crédit et credit unions après la crise financière mondiale et leur maintien de services et de crédit dans plusieurs contextes.

12. Johnston Birchall et Lou Hammond Ketilson, *Resilience of the Cooperative Business Model in Times of Crisis*, Organisation internationale du Travail, 2009. Le texte est utilisé avec prudence : il documente des propriétés de résilience sans soutenir que la forme coopérative immunise contre la faillite.

13. Commission européenne, *Social Economy Action Plan*, 9 décembre 2021, et *Transition Pathway for Proximity and Social Economy*, 2022. La Commission identifie notamment l'accès au financement, aux marchés, aux compétences et à la transition numérique et écologique comme des enjeux structurants pour les organisations de l'économie sociale.

14. Imanol Basterretxea, Chris Cornforth et Iñaki Heras-Saizarbitoria, « Corporate governance as a key aspect in the failure of worker cooperatives », *Economic and Industrial Democracy*, 2020. L'article étudie Fagor Electrodomésticos et les limites rencontrées par ses organes coopératifs pour superviser la direction et prendre des décisions stratégiques difficiles.

15. Anjel Errasti, Ignacio Bretos et Aitziber Nunez, « The Viability of Cooperatives: The Fall of the Mondragon Cooperative Fagor », *Review of Radical Political Economics*, 2017. L'étude replace la faillite de Fagor dans la combinaison de la crise, de la concurrence, de l'internationalisation, de l'endettement et des contradictions du modèle coopératif multinational.

16. Saioa Arando et al., travaux sur les mécanismes d'intercoopération de Mondragon lors de la crise de Fagor, notamment « Inter-Cooperation Mechanisms in Mondragon: Managing the Crisis of Fagor Electrodomésticos », 2018. Ces travaux analysent le rôle des mécanismes fédéraux de soutien, de reclassement et de protection sociale après la fermeture.
17. Organisation internationale du Travail, Guidelines for Cooperative Legislation, troisième édition révisée, 2012. Le document insiste sur la nécessité de législations tenant compte des spécificités de la propriété, du contrôle par les membres et de la finalité des coopératives.
18. Alliance coopérative internationale, Guidance Notes to the Cooperative Principles, 2015-2017. Ces notes constituent un commentaire pratique des principes coopératifs et rappellent qu'ils doivent être traduits dans des dispositifs concrets de gouvernance plutôt que traités comme des déclarations symboliques.
19. Commission européenne, cadre européen de l'économie sociale et instruments de financement social, notamment les ressources du Social Economy Gateway et du programme InvestEU. Ces sources sont mobilisées pour montrer que le financement patient, les garanties et les intermédiaires spécialisés constituent déjà une politique publique identifiable, sans présumer de leur efficacité dans tous les secteurs.
20. Prix de la Banque de Suède en sciences économiques 2009, « Economic governance: the organization of cooperation », NobelPrize.org. La synthèse rappelle le résultat général des recherches d'Ostrom : des associations d'utilisateurs peuvent gouverner durablement des ressources communes, contredisant l'alternative simpliste entre privatisation et commandement central.

LA FÉDÉRATION PLUTÔT QUE L'AUTARCIE

*Coopérer à grande échelle sans transformer le niveau commun
en pouvoir séparé.*

La décentralisation devient politiquement sérieuse seulement lorsqu'elle accepte le problème qu'elle ne peut pas résoudre par la proximité seule : nous dépendons de personnes, de territoires et d'infrastructures que nous ne connaissons jamais directement. Un hôpital local a besoin de médicaments fabriqués ailleurs, d'un réseau électrique, de laboratoires, de télécommunications et de savoirs scientifiques accumulés à grande échelle. Une coopérative industrielle dépend de normes techniques, de crédit, de transports, de composants et de marchés qui débordent son territoire. Un bassin versant traverse plusieurs juridictions. Une épidémie ignore les frontières administratives. Une voie ferrée qui s'arrête à la limite d'une commune n'est pas un réseau.

La question n'est donc pas de choisir entre centralisation et isolement. Elle est de construire des formes de coordination capables d'augmenter la puissance commune sans retirer aux unités qui coopèrent toute prise sur les décisions. C'est ici que la notion de fédération prend son sens. Elle ne désigne pas simplement un découpage territorial de l'État, ni une collection d'organisations indépendantes qui se consultent parfois. Elle désigne une architecture dans laquelle plusieurs unités autonomes organisent volontairement des fonctions communes, définissent ce qu'elles délèguent, ce qu'elles conservent, comment elles financent l'ensemble, comment elles contrôlent les mandataires et comment elles règlent les conflits.

Kropotkine plaçait cette logique au cœur de sa conception anarchiste. Dans son article de 1910 pour l'Encyclopaedia Britannica, il décrit une société organisée par des accords entre groupes territoriaux et professionnels, formant un réseau de fédérations à des échelles locales, régionales, nationales et

internationales. Dans ses Mémoires d'un révolutionnaire, il insiste également sur des fédérations de communes, de métiers et d'associations couvrant plusieurs pays pour les fonctions qui excèdent un territoire particulier. Cette intuition est utile, mais elle reste insuffisante tant qu'elle ne répond pas aux questions institutionnelles : qui décide quand les unités ne sont pas d'accord ? comment finance-t-on les territoires les plus pauvres ? que se passe-t-il en urgence ? quelles limites imposer à l'autonomie locale lorsque des droits fondamentaux sont en jeu ?

Le présent chapitre traite précisément ces mécanismes. Il ne suppose pas qu'une fédération soit vertueuse par nature. Une fédération peut se bureaucratiser, devenir opaque, protéger des privilèges territoriaux, bloquer une décision urgente ou reconstituer un centre. À l'inverse, une coordination centralisée peut parfois agir rapidement, égaliser des droits et maintenir des infrastructures complexes. La question n'est donc pas de faire du mot fédération une garantie. Il faut examiner les compétences, les mandats, les flux financiers, les procédures de recours, la circulation de l'information et les conditions de crise qui déterminent si le niveau commun reste un outil ou devient un pouvoir séparé.

1. Trois fédéralismes à ne pas confondre

Le mot fédéralisme recouvre des traditions différentes. Le fédéralisme politique classique organise la souveraineté entre plusieurs niveaux constitutionnels. Dans une fédération comme la Suisse ou l'Allemagne, la Constitution répartit des compétences entre communes, cantons ou Länder et niveau fédéral. Le niveau supérieur dispose de pouvoirs propres ; il n'est pas seulement un secrétariat chargé d'exécuter les volontés locales. Il lève des ressources, produit du droit et peut imposer certaines obligations aux unités membres.

Le fédéralisme libertaire part d'un autre problème. Proudhon, Bakounine puis Kropotkine cherchent à empêcher qu'un centre souverain absorbe progressivement les capacités d'auto-organisation. La fédération doit donc partir « du simple au

composé » : communes, associations, syndicats, coopératives ou autres groupes conservent leur existence propre et organisent directement les fonctions qu'ils ne peuvent accomplir seuls. Kropotkine ne pense pas seulement en territoires. Il imagine des fédérations fonctionnelles qui se croisent : production, consommation, communication, santé, science, éducation ou culture. Une même personne peut donc appartenir à plusieurs réseaux dont les périmètres ne se superposent pas.

La subsidiarité constitue une troisième logique. Dans le droit de l'Union européenne, elle intervient lorsque l'objectif ne peut pas être suffisamment atteint par les États à leur niveau central, régional ou local et peut mieux l'être à l'échelle de l'Union en raison de la dimension ou des effets de l'action. Elle n'impose pas que « le plus petit niveau » décide toujours. Elle oblige à justifier pourquoi une compétence doit être exercée plus haut. Cette formulation est précieuse parce qu'elle transforme la décentralisation en question de capacité et d'effets plutôt qu'en préférence abstraite pour le local.

Ces traditions peuvent se rencontrer sans se confondre. Le fédéralisme politique apporte la stabilité juridique et une définition publique des compétences. Le fédéralisme libertaire insiste sur la réversibilité, la pluralité des associations et la méfiance envers la souveraineté du centre. La subsidiarité fournit une méthode pour choisir l'échelle pertinente. Une architecture contemporaine peut emprunter aux trois : droits locaux garantis, fonctions communes clairement attribuées, compétences justifiées par leurs externalités et possibilité organisée de réviser la délégation.

2. L'échelle pertinente : ni proximité automatique ni gigantisme administratif

Dire que la décision doit être prise « au plus près » est insuffisant. Certaines décisions locales produisent des effets très loin du lieu où elles sont prises. Une commune située en amont d'un fleuve peut affecter l'eau potable de villes étrangères. Un réseau électrique local peut déstabiliser une fréquence régionale.

Un choix de santé publique concernant la vaccination ou les antibiotiques produit des externalités au-delà des personnes qui décident. Inversement, une norme nationale peut être inutilement rigide lorsqu'elle impose la même solution à des territoires très différents.

Le critère devrait être matériel : à quelle échelle les conséquences principales peuvent-elles être comprises et assumées ? Lorsque les effets sont essentiellement locaux, la décision locale possède un avantage d'information et de responsabilité. Lorsque les externalités traversent plusieurs territoires, une instance commune devient nécessaire. Lorsque la compétence demande un équipement rare ou une expertise concentrée, la mutualisation peut être préférable. Lorsque l'uniformité ne produit aucun avantage fonctionnel, elle devient une simplification administrative payée par les situations concrètes.

Cette méthode conduit à distinguer plusieurs dimensions. L'échelle de production n'est pas nécessairement l'échelle de décision. Un grand accélérateur de particules peut être exploité par une organisation internationale sans que toutes les politiques scientifiques soient définies par cette organisation. Un réseau national ferroviaire peut avoir des standards et une capacité d'investissement communs tout en laissant aux régions une responsabilité sur les dessertes locales. Une norme médicale peut être nationale ou internationale tandis que l'organisation d'un centre de soins reste territoriale.

La fédération doit donc éviter deux erreurs symétriques : monter une compétence parce que le niveau supérieur existe déjà, ou la maintenir localement par principe malgré des conséquences qui dépassent le territoire. La règle la plus défendable est la suivante : une compétence doit être exercée au niveau le plus proche capable d'intégrer ses effets essentiels, avec possibilité de révision lorsque la technique, les risques ou les dépendances changent.

3. Mandat, délégation et révocabilité

Une fédération n'existe réellement que si l'on sait ce qui est délégué. Le mot « représentation » est trop vague. Un délégué peut recevoir un mandat très précis : négocier un tarif, coordonner une infrastructure, administrer un fonds, préparer une norme technique. Il peut aussi recevoir une délégation très large qui le transforme progressivement en décideur autonome. La différence se trouve dans les textes, les délais, les informations transmises et les mécanismes de contrôle.

Un mandat robuste devrait préciser au minimum son objet, sa durée, les décisions que le mandataire peut prendre seul, celles qui exigent un retour vers les unités, les obligations de compte rendu, les règles de conflit d'intérêts et les conditions de renouvellement. La révocabilité complète ce dispositif. Elle ne signifie pas que chaque désaccord doit provoquer un rappel immédiat : une telle pratique rendrait toute négociation impossible. Elle signifie que la délégation n'est pas un droit personnel acquis et qu'une procédure claire permet de la retirer lorsqu'un mandat est violé ou lorsque la confiance disparaît.

La révocabilité doit elle-même être protégée contre l'usage factionnel. Une minorité riche pourrait menacer constamment un délégué chargé de redistribuer des ressources ; une majorité locale pourrait rappeler un représentant parce qu'il défend un droit commun impopulaire. Il faut donc distinguer la révocation politique ordinaire, la sanction pour faute, la fin automatique du mandat et la possibilité de recours. Le mandat impératif absolu n'est pas toujours adapté à une négociation complexe, car aucune assemblée ne peut prévoir toutes les configurations. Mais la représentation libre sans obligation de retour ouvre la voie à la professionnalisation du centre.

La solution n'est pas une formule unique. Les mandats peuvent être plus ou moins ouverts selon la fonction. Une commission technique peut disposer d'une marge importante à l'intérieur d'un cahier des charges, tandis qu'une modification fiscale ou constitutionnelle exige un retour aux unités. Le principe fédéral n'abolit pas la délégation ; il la rend explicite, limitée et vérifiable.

4. Une fédération coopérative : MONDRAGON entre autonomie et intercoopération

Le groupe MONDRAGON fournit un cas utile parce qu'il ne correspond ni à une entreprise unique ni à une simple association de petites coopératives indépendantes. L'ensemble se présente aujourd'hui comme un groupe de 81 coopératives autonomes réunissant environ 70 000 personnes, réparties entre industrie, finance, distribution et connaissance. Chaque coopérative conserve une personnalité et des organes propres, mais l'intercoopération est inscrite parmi les principes du groupe. La fédération sert à mutualiser des fonctions qu'une unité isolée supporterait plus difficilement : financement, recherche, formation, développement de nouvelles activités et gestion de certains risques.

L'histoire du Fonds intercoopératif de solidarité est particulièrement instructive. Au premier Congrès du groupe en 1987, MONDRAGON adopte les bases d'un fonds destiné à soutenir la création d'emplois par le financement de promotions coopératives. Plus tard, les instruments de solidarité ont été réorganisés à plusieurs reprises. Le mécanisme est politiquement important : une coopérative bénéficiaire d'une bonne conjoncture n'est pas totalement souveraine sur l'intégralité de ses excédents ; une partie de la capacité est orientée vers la solidité du réseau. Cette solidarité constitue précisément ce que l'autonomie isolée ne pourrait produire.

Mais MONDRAGON montre également les limites de la fédération. Les coopératives ne sont pas des succursales que le centre pourrait commander à volonté. Les mécanismes d'aide ont donc des limites financières et politiques. La crise de Fagor, étudiée au chapitre précédent, montre qu'une fédération peut amortir les conséquences d'un échec par le reclassement, la protection sociale et l'intercoopération sans pouvoir maintenir indéfiniment une activité devenue insoutenable. La solidarité n'est pas l'assurance d'être sauvé quelles que soient les décisions prises.

Le cas permet de dégager une règle générale : le niveau fédéral doit fournir des capacités que les unités souhaitent réellement

partager, mais il ne doit pas transformer cette aide en droit de gouverner toutes leurs opérations. La fédération est forte lorsqu'elle offre une assurance, une intelligence et des infrastructures communes dont les membres perçoivent l'utilité ; elle devient fragile lorsque les prélèvements semblent arbitraires ou lorsque les services centraux commencent à définir les finalités locales.

5. Solidarité financière : l'autonomie sans péréquation reproduit les inégalités

Deux territoires dotés des mêmes droits formels peuvent disposer de capacités profondément inégales. L'un possède une base fiscale élevée, des universités, un tissu industriel et des infrastructures anciennes ; l'autre cumule vieillissement, relief coûteux, faibles revenus et équipements sous-financés. Une fédération qui proclame seulement l'autonomie peut alors figer les héritages. Les territoires riches financent des services de qualité et expliquent leur réussite par leur bonne gestion ; les territoires pauvres réduisent leurs services et sont accusés d'inefficacité.

La péréquation suisse montre une manière concrète d'institutionnaliser la solidarité sans supprimer les cantons. Le système distingue notamment la péréquation des ressources et la compensation de charges liées à des facteurs géographiques, topographiques ou socio-démographiques. Pour 2026, l'Administration fédérale des finances annonçait environ 6,4 milliards de francs de paiements compensatoires, dont la majorité pour la péréquation des ressources. Les cantons restent autonomes sur de nombreuses politiques, mais l'autonomie n'est pas interprétée comme un droit à conserver toutes les différences de capacité fiscale.

Un tel mécanisme ne doit pas être idéalisé. Toute formule d'égalisation crée des controverses sur les critères, les incitations et la dépendance. Un territoire contributeur peut estimer qu'il paie pour une mauvaise gestion ; un territoire bénéficiaire peut considérer que les calculs ignorent ses contraintes réelles. La solution n'est pas de supprimer le conflit mais de rendre la

formule transparente, révisable et distinguée des choix politiques ordinaires. Les transferts doivent viser une capacité minimale et non l'uniformisation complète des dépenses.

Dans une fédération productive, la solidarité pourrait prendre plusieurs formes : fonds d'investissement partagés, assurance contre certains chocs, garantie d'accès aux infrastructures, financement des formations rares, mutualisation des risques climatiques ou soutien à la reconversion. Le point décisif est que la solidarité finance une capacité et non une subordination. Le territoire bénéficiaire doit rester capable de décider comment atteindre les objectifs communs, sauf lorsque les fonds sont liés à une obligation explicitement négociée.

6. Grandes infrastructures : gouverner les réseaux sans créer un propriétaire politique unique

Le rail, l'énergie, les télécommunications, la recherche scientifique ou certains équipements de santé concentrent des coûts fixes élevés. Leur duplication locale serait absurde. La question fédérale ne consiste donc pas à « relocaliser » ces infrastructures, mais à séparer les fonctions qui doivent être communes de celles qui peuvent rester distribuées. Un réseau ferroviaire a besoin de règles de sécurité, d'écartement, de signalisation, de sillons et d'investissement de long terme. Cela ne signifie pas que toutes les décisions de desserte, de tarif ou d'aménagement doivent être prises au même endroit.

Une architecture fédérée peut distribuer les couches. Le niveau commun gère l'interopérabilité, les infrastructures structurantes et la continuité générale. Les niveaux régionaux organisent les dessertes adaptées aux besoins. Les gares, mobilités de rabattement et usages urbains peuvent relever des territoires. Une logique comparable vaut pour l'énergie : fréquence et sécurité du réseau à grande échelle, production et stockage à plusieurs niveaux, tarification sociale et projets communautaires selon les institutions.

La difficulté est que l'infrastructure commune produit une expertise rare. Les ingénieurs, juristes et gestionnaires centraux

connaissent des contraintes que les assemblées locales ne peuvent maîtriser en détail. Cette asymétrie d'information peut transformer rapidement une délégation technique en autorité politique. Il faut donc organiser la traductibilité : publication des hypothèses, scénarios compréhensibles, audits externes, données ouvertes lorsque cela ne crée pas de risque de sécurité, formation de contre-experts et capacité des unités à demander une révision.

La fédération ne supprime pas la spécialisation. Elle refuse seulement d'en déduire que le spécialiste doit devenir souverain. Une grande infrastructure peut être techniquement centralisée tout en restant politiquement contrôlée par plusieurs niveaux, à condition que le contrôle ne soit pas purement cérémoniel.

7. Le bassin du Rhin : une gouvernance qui suit le problème plutôt que la frontière

La Commission internationale pour la protection du Rhin fournit un exemple particulièrement clair de fédération fonctionnelle. La Suisse, la France, l'Allemagne, le Luxembourg, les Pays-Bas et l'Union européenne coopèrent dans le cadre de la Convention pour la protection du Rhin ; l'Autriche, le Liechtenstein, l'Italie et la Wallonie participent également à la coordination du bassin. Le périmètre n'est donc pas fondé sur une souveraineté unique mais sur un système écologique commun qui traverse plusieurs États.

La structure de la CIPR illustre une division du travail fédérale. Une assemblée plénière prend les décisions de la commission ; un comité de coordination et un groupe stratégique préparent et organisent les travaux ; des groupes de travail et d'experts traitent la qualité de l'eau, l'écologie, les inondations ou les étiages ; un secrétariat international permanent à Coblenz fournit la continuité administrative et linguistique. Les grandes orientations politiques peuvent être décidées lors de conférences ministérielles. L'organisation ne remplace pas les administrations nationales ou régionales : elle permet de les coordonner autour d'un objet qui les dépasse.

Ce cas montre l'intérêt d'un niveau fonctionnel. Le bassin versant est une unité matérielle plus pertinente que la frontière politique pour certaines décisions. Il montre aussi que la coopération n'a pas besoin de produire un État du Rhin doté d'une compétence générale. Le secrétariat ne décide pas de la politique sociale allemande ou de l'aménagement urbain néerlandais. La compétence commune est limitée à des problèmes liés au fleuve et aux directives coordonnées.

La limite est également visible. Les décisions restent dépendantes des gouvernements, de leurs financements et de leur volonté d'exécution. Une fédération fonctionnelle ne dispose pas nécessairement des moyens coercitifs d'un État. Sa puissance vient de la continuité des données, de la négociation, de la publicité, de la pression juridique et de l'engagement répété. Ce modèle fonctionne mieux lorsque les interdépendances sont reconnues par tous et que les coûts d'une défection sont suffisamment visibles.

8. Un réseau public fédéré : les Sparkassen allemandes

Le système allemand des caisses d'épargne publiques offre un autre type de réseau. Les Sparkassen sont des établissements ancrés dans les villes, communes et districts. Le principe régional limite en général leur territoire d'activité à celui de leurs collectivités de rattachement. Pourtant, elles ne restent pas des banques locales isolées. Elles appartiennent à la Sparkassen-Finanzgruppe, qui comprend 338 caisses d'épargne, des Landesbanken, DekaBank, des assureurs publics et d'autres institutions de services financiers. Le groupe combine donc des établissements locaux avec des structures régionales et nationales.

Cette architecture permet d'offrir des fonctions qu'une petite banque locale ne pourrait assumer seule : systèmes de paiement, refinancement, produits spécialisés, gestion d'actifs, garanties, informatique, services aux grandes entreprises ou accès aux marchés internationaux. Les Landesbanken servent notamment de partenaires régionaux et relient les caisses d'épargne aux

opérations de plus grande échelle. Le réseau repose aussi sur un système de protection institutionnelle destiné à préserver la stabilité des établissements membres.

Le cas est intéressant parce qu'il ne s'agit pas d'une fédération idéologique de petites unités cherchant l'autosuffisance. Les membres partagent une infrastructure précisément pour rester capables d'exister localement. La mutualisation nationale devient une condition de la proximité. Le modèle rappelle ainsi que les fonctions communes peuvent renforcer l'autonomie au lieu de la diminuer lorsque leur mandat est bien défini.

Il ne faut pas en déduire que le système est exempt de concentration ou de risques. Les grandes entités régionales peuvent prendre des risques éloignés des besoins locaux ; les crises bancaires ont montré que la taille et la sophistication peuvent réintroduire une logique financière différente. Mais le principe institutionnel reste instructif : fédérer les fonctions de gros, d'assurance et d'infrastructure tout en maintenant une responsabilité locale sur la relation bancaire ordinaire.

9. Standards communs : la fédération invisible

Une grande partie de la coopération contemporaine passe par des standards plutôt que par des administrations. Protocoles numériques, formats de données, règles de connexion électrique ou normes de sécurité permettent à des acteurs indépendants de produire des éléments compatibles sans propriétaire unique du système. La coordination est alors inscrite dans une convention commune plutôt que dans une chaîne hiérarchique.

Cette solution possède aussi un risque de capture : représentation inégale dans les comités, brevets essentiels, coût d'accès aux spécifications ou mises à jour trop rapides peuvent avantager les acteurs dominants. La gouvernance des standards est donc politique. Le chapitre 14 développera leur rôle général ; ici, leur fonction fédérale est suffisante : rendre compatibles des unités autonomes sans absorber leur organisation interne.

10. Droits locaux et droits universels

L'autonomie territoriale possède une limite politique fondamentale : une majorité locale peut opprimer. Une commune peut souhaiter exclure une minorité, refuser un service à certaines catégories, empêcher une personne de quitter un groupe ou maintenir des conditions de travail contraires à des droits communs. La fédération ne peut donc pas être conçue comme une souveraineté complète de chaque unité.

Le Conseil de l'Europe fournit une articulation utile. La Charte européenne de l'autonomie locale protège des compétences, des ressources financières, des organes élus et un droit de recours lorsque d'autres niveaux portent atteinte à l'autonomie. Mais cette autonomie existe dans un ordre juridique plus large qui protège aussi les droits humains. Le droit local n'est pas le droit de suspendre les libertés fondamentales. La même logique devrait s'appliquer à une fédération productive : une unité peut choisir ses méthodes, mais elle ne peut pas transformer l'autonomie en droit d'exploiter, de discriminer ou de polluer les autres.

Cette articulation évite deux absolutismes. Le premier ferait des droits universels une justification pour administrer chaque détail depuis le centre. Le second ferait de la tradition ou de la décision locale une justification pour violer des protections communes. Les droits fondamentaux doivent être suffisamment généraux pour ne pas imposer une culture administrative unique, et suffisamment opposables pour protéger les personnes contre leur propre communauté.

Les conflits ne disparaîtront pas. Il faut des cours, médiateurs ou organes de recours indépendants capables de statuer lorsqu'une unité estime qu'un droit commun empiète abusivement sur sa compétence, ou lorsqu'une personne estime qu'une décision locale viole un droit garanti. Une fédération sans recours laisse le conflit politique devenir rapport de force ; une fédération où tout recours remonte au même centre reconstitue une hiérarchie. L'indépendance des arbitres est donc une fonction spécifique à institutionnaliser.

11. Désaccords et arbitrage : l'unanimité permanente est impossible

La fédération est parfois présentée comme une série d'accords libres dans lesquels personne n'est obligé. Cette image devient intenable dès que des interdépendances fortes apparaissent. Si dix territoires partagent une retenue d'eau, le refus d'un seul peut empêcher une décision nécessaire. Si chaque membre d'un réseau électrique peut ignorer les règles de fréquence, le réseau cesse d'exister. Une organisation collective doit donc prévoir des décisions qui s'appliquent même à certains membres qui ont voté contre.

La question est alors : sur quoi accepte-t-on la majorité, et avec quelles protections ? Une majorité simple peut convenir à une dépense ordinaire. Une modification des compétences de la fédération peut exiger une majorité qualifiée et l'accord d'une proportion des unités. Une décision affectant directement un territoire peut donner à celui-ci un droit de suspension ou déclencher une médiation. Les droits fondamentaux ne devraient pas dépendre d'une majorité occasionnelle.

Les procédures de conflit doivent être graduées. Première étape : négociation directe et publication des intérêts en présence. Deuxième : médiation par une instance indépendante. Troisième : expertise contradictoire lorsque le désaccord porte sur des faits ou des risques. Quatrième : arbitrage ou décision juridictionnelle selon les droits concernés. Cinquième : possibilité de réviser ultérieurement la décision à partir de nouvelles données. Cette gradation évite de juridiciser immédiatement tout différend sans laisser les rapports de pouvoir décider seuls.

Un indicateur de maturité fédérale est la manière dont une organisation traite le désaccord durable. Une unité qui perd un vote doit savoir ce qu'elle est obligée de faire, pendant combien de temps et par quelle procédure elle peut demander une modification. La règle commune cesse alors d'être une injonction vague ; elle devient un contrat politique explicite.

12. Crise : décider vite sans fabriquer un centre permanent

Les urgences constituent l'objection la plus forte au fédéralisme. Une pandémie, une inondation, une panne générale ou une guerre demande parfois une coordination en heures. Les procédures de consultation qui fonctionnent bien en temps normal peuvent être trop lentes. Le réflexe consiste alors à transférer les pouvoirs à un centre capable de donner des ordres. Le problème historique est que les pouvoirs d'exception ont tendance à survivre à l'exception ou à modifier durablement l'équilibre institutionnel.

La réponse fédérale ne peut pas être l'improvisation. Elle doit préparer la crise avant qu'elle arrive. Il faut définir les seuils de déclenchement, les compétences temporaires, la durée maximale, les obligations de publication, les droits qui restent intangibles et les conditions de renouvellement. Un centre opérationnel peut recevoir pendant quelques jours le pouvoir de répartir des ressources rares ou de fermer une infrastructure dangereuse, mais ce pouvoir doit expirer automatiquement s'il n'est pas reconduit selon une procédure normale.

La rapidité vient aussi de la préparation distribuée. Des stocks régionaux, des équipes formées, des protocoles compatibles et des données partagées peuvent être plus efficaces qu'un centre qui découvre les capacités locales au moment de la crise. La fédération résiliente n'est donc pas celle qui débat de tout en urgence ; c'est celle qui a défini à l'avance ce qui peut être décidé localement, ce qui doit remonter et comment les niveaux se substituent temporairement les uns aux autres.

Une urgence bien gouvernée laisse une trace institutionnelle : après la crise, les décisions doivent être auditées. Quels pouvoirs ont réellement été nécessaires ? lesquels ont été inutiles ? quelles informations ont manqué ? quelles populations ont supporté les coûts ? Sans cette relecture, l'exception devient un précédent permanent plutôt qu'un apprentissage collectif.

13. Katrina : quand la fragmentation et la chaîne hiérarchique échouent ensemble

L'ouragan Katrina en 2005 est un contre-exemple utile parce qu'il ne peut être réduit ni à « trop de centralisation » ni à « trop de décentralisation ». Le rapport de la commission bipartisane de la Chambre des représentants des États-Unis fut intitulé *A Failure of Initiative*. Il documente des déficiences de préparation et de coordination entre niveaux fédéral, étatique et local. Les autorités possédaient des responsabilités formelles, mais l'information, la logistique, les demandes d'aide et le commandement ne se combinaient pas suffisamment vite.

Une architecture multi-niveaux peut donc échouer de deux manières simultanées. D'un côté, les unités locales ne disposent pas toujours des ressources nécessaires lorsque la catastrophe dépasse leur capacité. De l'autre, le niveau fédéral peut être lent s'il attend des procédures formelles, possède une mauvaise connaissance du terrain ou suppose que les niveaux inférieurs fonctionnent encore normalement. La multiplicité institutionnelle devient alors fragmentation plutôt que fédération.

La leçon n'est pas qu'un commandement unique aurait tout résolu. Une administration centrale ne peut pas connaître en temps réel chaque route, chaque centre de soin, chaque quartier isolé. La leçon est qu'une fédération de crise doit organiser la redondance, la remontée directe d'information, des compétences de substitution et des exercices communs. Les niveaux doivent savoir à l'avance quand ils peuvent agir sans attendre une autorisation et quand un échec local déclenche automatiquement une aide supérieure.

Katrina rappelle ainsi que la fédération n'est pas la simple présence de plusieurs niveaux. Il faut des interfaces. Une architecture dont les institutions existent côte à côte mais ne savent pas se remplacer, se corriger ou partager des données est seulement une bureaucratie fragmentée.

14. L'information comme infrastructure fédérale

Une fédération ne peut être contrôlée si l'information reste concentrée dans son centre. Les unités doivent pouvoir connaître budgets, investissements, risques, critères d'attribution et effets des décisions, dans des formats lisibles et accompagnés des hypothèses nécessaires à leur vérification. La transparence suppose aussi une capacité d'interprétation : expertise indépendante, données documentées et accès aux séries historiques.

Les informations sensibles exigent des niveaux d'accès plutôt qu'une ouverture indiscriminée. Un auditeur indépendant peut contrôler des données confidentielles sans les publier. Enfin, archives, décisions et justifications doivent rester accessibles aux unités malgré la rotation des mandats. La mémoire institutionnelle fait partie du contrôle du centre.

15. Le rapport à l'État existant : transition plutôt que fiction de page blanche

Une économie fédérée ne naîtra pas dans un espace vide. Les impôts, contrats, normes environnementales, régimes de propriété, services publics, droits sociaux et traités internationaux existent déjà. Imaginer que les communes et coopératives pourraient simplement « sortir » de l'État sans traiter ces obligations transforme un projet institutionnel en fiction.

La transition peut au contraire utiliser certaines structures existantes pour ouvrir des capacités fédérales. Des collectivités peuvent créer des régies, des syndicats intercommunaux, des établissements publics ou des sociétés coopératives. Des États peuvent transférer des compétences en garantissant des ressources et des droits de recours. Des coopératives peuvent créer des unions capables de négocier avec les administrations. Le droit international peut reconnaître des institutions transfrontalières pour des bassins, des transports, de la recherche ou de l'énergie.

Le point important est d'éviter que le transfert ne soit seulement une décharge budgétaire. Un État peut décentraliser une responsabilité sans transférer les moyens correspondants,

puis conclure que le niveau local est inefficace. La subsidiarité exige des capacités réelles : fiscalité, personnel, patrimoine, données et droit d'initiative. Inversement, une autonomie financée entièrement par une subvention discrétionnaire du centre reste fragile.

Une stratégie de transition devrait donc identifier, fonction par fonction, ce qui peut être transféré immédiatement, ce qui demande une phase d'apprentissage, ce qui doit rester commun et quels droits doivent être garantis avant le transfert. La fédération se construit par couches plutôt que par abolition instantanée de toute institution centrale.

16. Droit international et fédérations fonctionnelles

De nombreuses interdépendances dépassent l'État : bassins hydrologiques, climat, recherche, normes techniques, transport ou réseaux de données. La coopération internationale peut donc associer, selon la fonction, collectivités, réseaux publics, coopératives ou organismes professionnels disposant d'un mandat identifiable, sans transformer ces acteurs en diplomates générales.

L'Union européenne fournit un laboratoire imparfait de cette logique : attribution des compétences, subsidiarité et proportionnalité obligent en principe le niveau supérieur à justifier son intervention. Une architecture plus fédérale renforcerait ce contrôle par des révisions périodiques, la possibilité de réduire une compétence et la participation directe des territoires affectés. Le chapitre 14 reviendra sur les communs et infrastructures qui exigent précisément cette grande échelle.

17. Comment empêcher le centre de réapparaître ?

Tout niveau commun tend à accumuler. Les fonctions centrales créent des emplois permanents, des budgets, des outils, des réseaux professionnels et une mémoire que les unités locales ne possèdent pas. Même sans intention autoritaire, le centre devient plus compétent pour parler de lui-même que les membres pour le contrôler. Les crises renforcent encore ce mouvement : une

fonction temporairement centralisée peut devenir permanente parce que la nouvelle organisation existe désormais.

Les garde-fous doivent donc agir sur plusieurs dimensions. Premièrement, les compétences doivent être énumérées plutôt que supposées générales. Deuxièmement, certaines délégations doivent expirer automatiquement. Troisièmement, les budgets du niveau commun doivent être liés à des fonctions identifiables. Quatrièmement, l'expertise doit être distribuée par la formation et les audits. Cinquièmement, la rotation des représentants réduit la formation d'une classe politique fédérale permanente, même si elle doit être combinée avec une administration professionnelle pour conserver les compétences techniques.

Sixièmement, les unités membres doivent disposer d'un droit de saisine et de recours. Septièmement, une révision régulière doit demander non seulement si la fédération remplit sa mission, mais si le niveau commun reste nécessaire pour chaque tâche. Huitièmement, les institutions fédérales doivent éviter de contrôler seules les ressources qui permettent aux unités de les contester. Si le centre finance exclusivement les médias, les audits, la formation et les recours, son contrôle devient circulaire.

Aucun mécanisme ne rend la centralisation impossible. La question réaliste est de rendre son coût visible et sa progression contestable. Une fédération démocratique ne se définit pas par l'absence de centre technique, mais par l'incapacité de ce centre à transformer silencieusement une compétence particulière en souveraineté générale.

18. Le droit de sortie : protection contre la domination ou menace de chantage ?

Le droit de quitter une fédération semble être la garantie ultime de l'autonomie. Une association à laquelle on ne peut plus échapper ressemble à un État souverain. Mais dans un système interdépendant, la sortie peut imposer des coûts massifs aux autres membres. Un territoire peut avoir bénéficié pendant des décennies d'investissements communs puis vouloir partir avec une partie stratégique du réseau. Une banque peut quitter un

mécanisme d'assurance au moment où elle devient risquée. Une région riche peut se retirer précisément pour éviter la redistribution.

Il faut donc distinguer droit de sortie et droit d'abandonner instantanément toute obligation. Une fédération peut prévoir un préavis, un partage des actifs, la continuité de certaines dettes, la protection des travailleurs et usagers, et des engagements transitoires. Le retrait doit être possible sans devenir un instrument de chantage permanent.

Certaines fonctions ne se prêtent pas à une sortie complète. Une commune située dans un bassin versant ne peut pas se retirer physiquement de l'hydrologie. Un producteur raccordé au réseau électrique doit respecter des règles de sécurité tant qu'il reste connecté. Une entreprise qui vend un produit dans un territoire doit satisfaire les normes de ce territoire. La liberté fédérale n'abolit pas les interdépendances matérielles.

Le droit de sortie doit donc être accompagné d'un droit de transformation des liens. L'unité doit pouvoir contester les conditions, proposer une autre répartition des compétences, rejoindre un autre réseau lorsque c'est techniquement possible ou récupérer certaines fonctions. Une fédération qui offre seulement le choix entre obéir ou disparaître reproduit une structure souveraine sous un autre nom.

19. Quels indicateurs montrent qu'une fédération n'absorbe pas ses unités ?

La qualité fédérale ne peut pas être résumée par un score unique. Il faut suivre séparément la migration des compétences, l'autonomie des ressources, la capacité d'audit, la révocabilité des mandats, l'effet réel de la solidarité, l'accès aux recours, l'expiration des pouvoirs de crise et la diversité des solutions locales compatibles avec les droits communs.

Ces dimensions doivent rester visibles plutôt qu'être agrégées. Une centralisation temporaire peut être légitime pour construire une infrastructure ou traverser une crise, à condition qu'elle soit explicitement datée et révisée. Le rôle de l'évaluation est de

montrer où le pouvoir se déplace, non de produire une note abstraite de « fédéralité ». La méthode générale d'évaluation multicritère sera développée au chapitre 15.

20. Une architecture fédérale possible

Les mécanismes étudiés permettent de proposer une architecture générale sans prétendre définir une constitution universelle. Premier niveau : les unités de base conservent toutes les compétences qui ne demandent pas une coordination plus large. Elles disposent de ressources propres, de droits de décision et d'un accès à l'information. Deuxième niveau : des fédérations fonctionnelles prennent en charge les tâches dépassant leur capacité — réseau, assurance, recherche, financement, bassin versant, standards, transport ou santé spécialisée.

Troisième élément : toute compétence fédérale possède un mandat écrit qui définit son objet, sa durée, ses ressources et ses contrôles. Quatrième : les financements communs associent contribution, péréquation et mécanismes de solidarité orientés vers des capacités. Cinquième : l'expertise est organisée comme un bien partagé par des écoles, centres techniques, audits et données ouvertes. Sixième : les conflits disposent de procédures graduées et d'un recours extérieur à l'organe qui a pris la décision.

Septième : les droits fondamentaux et certaines normes de sécurité forment un plancher commun opposable aux unités. Huitième : les situations de crise donnent lieu à des pouvoirs temporaires pré-autorisés, datés et audités. Neuvième : la sortie et la transformation des liens sont prévues, avec partage des actifs et continuité des obligations. Dixième : chaque niveau commun fait l'objet d'une révision périodique destinée à vérifier que sa compétence reste nécessaire.

Cette architecture ne garantit pas l'harmonie. Elle organise le désaccord et l'interdépendance. C'est précisément son avantage sur l'autarcie : elle ne suppose pas que chaque unité puisse se suffire à elle-même. Et son avantage sur la centralisation : elle ne suppose pas qu'une interdépendance justifie une souveraineté générale du niveau qui la coordonne.

21. Objection : la fédération sera toujours trop lente

L'objection est sérieuse. Une organisation à plusieurs niveaux peut multiplier les consultations, les vetos et les réunions. Lorsque les compétences sont mal définies, chaque décision demande de négocier qui a le droit de décider avant même de traiter le problème. La lenteur peut favoriser les acteurs déjà puissants, capables d'attendre, de payer des juristes et d'épuiser leurs adversaires.

La réponse fédérale n'est pas que la lenteur serait une vertu. Elle consiste à distinguer les décisions. Les opérations courantes doivent relever clairement d'un niveau sans consultation générale. Les experts ont besoin de marges de manœuvre dans leur mandat. Les procédures d'urgence doivent être pré-écrites. Les conflits de compétence doivent pouvoir être arbitrés rapidement. Une fédération devient lente lorsque tout est conçu comme exceptionnel ou lorsque les mandats sont volontairement flous.

La centralisation peut elle aussi être lente. Une décision peut attendre des mois parce qu'un dossier remonte plusieurs niveaux hiérarchiques, parce qu'une règle nationale doit traiter des situations très différentes ou parce qu'un centre saturé reçoit toutes les demandes. La proximité peut accélérer certaines actions précisément parce qu'elle évite cette remontée.

Le critère n'est donc pas le nombre de niveaux mais le nombre de décisions qui passent inutilement par eux. Une bonne fédération simplifie les interfaces : chacun sait ce qu'il peut décider, ce qu'il doit notifier et ce qui nécessite un accord commun.

22. Objection : les territoires riches refuseront toujours la solidarité

Cette objection touche au cœur politique de la fédération. Si les membres peuvent choisir librement de contribuer uniquement lorsqu'ils y gagnent immédiatement, les mécanismes d'égalisation s'effondrent dès que leur coût devient réel. La solidarité ne peut donc pas être réduite à la charité volontaire. Elle doit faire partie des obligations constitutives de la fédération.

Cela ne signifie pas que les contributeurs n'ont aucun droit de contrôle. Les critères de redistribution doivent être publics, les dépenses évaluées et les mécanismes périodiquement révisés. Mais la question de principe est réglée en amont : appartenir au réseau donne accès à des infrastructures, une sécurité, des marchés, des connaissances et une capacité collective ; cette appartenance implique aussi de contribuer à la possibilité pour les autres unités de remplir certaines fonctions communes.

La solidarité fédérale possède également un intérêt prudentiel. Un territoire aujourd'hui riche peut subir demain une catastrophe, une reconversion industrielle ou un changement démographique. Les fonds communs sont une assurance contre l'incertitude autant qu'un transfert moral. Mondragon le montre à l'échelle coopérative ; la péréquation suisse le montre à l'échelle territoriale.

Le risque inverse demeure : la solidarité peut devenir un système où le bénéficiaire perd son autonomie. C'est pourquoi l'objectif doit être la reconstruction d'une capacité et non la dépendance permanente à une autorisation financière. La solidarité réussit lorsqu'elle réduit progressivement l'écart de pouvoir, pas lorsqu'elle crée une clientèle du centre.

23. Objection : les droits universels détruiront l'autonomie locale

Toute règle commune limite une autonomie. Une norme contre la discrimination empêche une communauté de choisir librement certaines exclusions ; une norme environnementale empêche un territoire d'externaliser sa pollution ; un droit du travail limite les contrats acceptés localement. Cette limitation n'est pas un accident du fédéralisme : elle exprime le fait que la liberté d'une unité ne peut inclure un pouvoir absolu sur les personnes ou les autres territoires.

La difficulté consiste à définir un plancher plutôt qu'un modèle complet. Un droit commun devrait protéger les personnes contre des atteintes fondamentales et garantir la possibilité de participer, de partir, de contester et d'accéder aux services essentiels. Il ne

devrait pas imposer chaque procédure administrative, chaque organisation scolaire ou chaque forme d'entreprise. L'universalité porte sur ce qui doit être garanti ; la diversité porte sur la manière de le réaliser lorsque plusieurs solutions sont compatibles.

Les droits universels doivent eux-mêmes être contestables et interprétés publiquement. Un centre peut invoquer les droits pour imposer une politique sans rapport avec eux. Il faut donc des juridictions indépendantes et une doctrine de proportionnalité : l'intervention supérieure doit être nécessaire à la protection du droit et ne pas aller au-delà de ce qui est requis.

La fédération n'oppose ainsi pas l'autonomie et le droit. Elle organise leur tension : le droit protège l'espace dans lequel une pluralité locale peut réellement exister, et l'autonomie empêche que la protection des droits devienne prétexte à une administration uniforme de toute la vie collective.

24. Bilan : l'interdépendance doit devenir une institution contestable

La fédération est la réponse institutionnelle au fait que l'autonomie matérielle et politique n'est jamais l'autosuffisance. Une commune, une coopérative, un atelier, une communauté énergétique ou un service public local existe parce qu'il dépend de réseaux plus larges. La question démocratique n'est pas de supprimer cette dépendance, mais de la rendre organisée, négociable et révisable.

Kropotkine avait vu l'essentiel lorsqu'il décrivait une société faite de fédérations locales, régionales, nationales et internationales, territoriales et fonctionnelles. Mais le passage de l'intuition au programme demande les mécanismes examinés ici : compétences limitées, subsidiarité matérielle, mandats contrôlés, péréquation, infrastructures partagées, standards ouverts, recours, droits communs, préparation des crises et droit de transformer les liens.

MONDRAGON montre que des organisations autonomes peuvent financer des instruments d'intercoopération. La Suisse montre qu'un système fédéral peut institutionnaliser une

péréquation sans abolir les cantons. La CIPR montre que la géographie d'un problème peut créer une gouvernance qui traverse les frontières nationales. Les Sparkassen montrent qu'une infrastructure commune peut renforcer des institutions locales au lieu de les remplacer. Katrina rappelle que plusieurs niveaux sans interfaces robustes produisent de la fragmentation plutôt que de la fédération.

La conclusion n'est pas que tout doit être fédéré. Certaines fonctions peuvent rester locales ; certaines exigent des institutions nationales ou internationales fortes ; certaines peuvent être organisées par des standards et des accords plutôt que par une administration. Le principe est plus précis : aucune échelle ne doit devenir souveraine sur les autres uniquement parce qu'elle coordonne une fonction. Le niveau commun doit continuellement justifier ce qu'il fait, avec quelles ressources et sous quel contrôle.

Cette conclusion prépare la dernière partie du livre. Si l'on veut rapprocher certaines productions, maintenir des infrastructures à grande échelle et réorganiser la propriété des capacités productives, il faut savoir comment articuler les échelles. La question suivante ne sera donc plus « centraliser ou décentraliser ? », mais : que faut-il rapprocher, que faut-il maintenir en commun à grande échelle, et selon quels critères décider ?

Approfondissements

Subsidiarité réversible : une compétence n'est jamais un trophée institutionnel

La subsidiarité est souvent traitée comme un principe statique : une fois la compétence placée au bon niveau, le problème serait résolu. Or la technique et les interdépendances changent. Une fonction qui demandait hier une grande concentration peut devenir distribuable ; une fonction locale peut au contraire produire de nouvelles externalités. La fédération doit donc prévoir des revues de compétence. Tous les cinq ou dix ans, chaque fonction commune pourrait être examinée : existe-t-il encore une

raison de la maintenir à ce niveau ? une partie peut-elle redescendre ? de nouvelles garanties sont-elles nécessaires ? Cette révision empêcherait qu'une administration confonde la continuité de sa mission avec sa propre survie.

La compétence doit suivre la capacité, mais la capacité peut être construite

Un argument centralisateur consiste souvent à constater que les territoires ne savent pas faire. Cette observation peut être exacte, mais elle ne dit pas si cette incapacité est structurelle ou produite par des décennies de concentration des savoirs et des budgets. La subsidiarité dynamique doit donc demander non seulement « quel niveau est capable aujourd'hui ? » mais aussi « quelle capacité voulons-nous construire demain ? ». Une fédération peut financer des laboratoires régionaux, des équipes de maintenance, des centres de formation ou des systèmes d'information afin que des responsabilités deviennent réellement partageables. L'autonomie n'est pas une qualité que les territoires possèdent avant l'institution ; elle peut être produite par l'institution.

Fédérer les assurances et les réserves

Les crises rares constituent un motif puissant de mutualisation. Une petite coopérative ne peut constituer seule une réserve suffisante pour tous les risques ; une commune ne peut financer seule un sinistre exceptionnel. Des fonds fédéraux peuvent mutualiser catastrophe, chômage, panne d'infrastructure ou reconversion. La gouvernance est alors décisive : les primes doivent correspondre au risque sans exclure les unités vulnérables, les règles de prévention doivent être négociées et le fonds ne doit pas devenir un moyen pour l'assureur central de gouverner toutes les pratiques locales. L'assurance fédérale est une solidarité conditionnelle : elle protège contre ce qu'aucune unité ne peut absorber seule tout en laissant les décisions quotidiennes aussi proches que possible.

Fédération et recherche scientifique

La recherche illustre une autre forme de mutualisation. Les grands équipements, bases de données, programmes spatiaux ou essais cliniques dépassent souvent une institution. Une fédération scientifique peut partager les coûts tout en maintenant des équipes autonomes. La question du pouvoir se déplace alors vers l'accès : qui choisit les priorités, qui peut utiliser l'infrastructure, qui possède les données et comment les résultats sont publiés ? La grande science devient fédérale lorsqu'elle ne confond pas l'échelle de l'équipement avec un monopole du centre sur la définition de toutes les questions scientifiques.

Fédérer ne signifie pas additionner des représentants

Un système multi-niveaux peut devenir illisible si chaque institution crée une nouvelle assemblée composée de représentants des autres assemblées. La fédération a besoin de simplicité institutionnelle. Certaines fonctions peuvent être gérées par des conseils techniques sous mandat ; d'autres par des accords contractuels ; d'autres par des autorités indépendantes. Toutes ne demandent pas un parlement. Le principe est que la structure corresponde à la nature de la fonction et que les voies de contrôle restent compréhensibles. Une institution démocratique trop complexe pour que ses membres sachent qui décide perd une part de sa légitimité même si chaque étape est juridiquement régulière.

Le test de la fédération

Pour une fonction donnée, six questions permettent une première évaluation. Premièrement : quelles conséquences dépassent réellement l'unité locale ? Deuxièmement : quelle ressource rare doit être mutualisée ? Troisièmement : quelle compétence exacte est déléguée ? Quatrièmement : comment les unités financent-elles et contrôlent-elles cette fonction ? Cinquièmement : comment un conflit ou une crise est-il traité ? Sixièmement : selon quelle procédure la compétence peut-elle être réduite, transformée ou supprimée ? Si aucune réponse n'est

claire, le mot fédération risque seulement de couvrir une centralisation opaque ou une coopération fragile.

Notes et références du chapitre 12

1. Pierre Kropotkine, « Anarchism », Encyclopaedia Britannica, 1910. Kropotkine y décrit une société organisée par des accords libres entre groupes territoriaux et professionnels et par un réseau de fédérations de toutes tailles, locales, régionales, nationales et internationales. Texte accessible sur Marxists Internet Archive.

2. Pierre Kropotkine, Mémoires d'un révolutionnaire, partie VI, section 4. Il y décrit des fédérations de communes, de métiers et de groupes couvrant plusieurs pays pour les besoins non limités à un territoire.

3. Pierre Kropotkine, Modern Science and Anarchism, notamment chapitres 8 et 10, pour la critique de la centralisation et l'idée d'une organisation « du simple au composé ».

4. Pierre Kropotkine, lettre sur la Révolution russe, août 1920. Il oppose la construction par les communes, syndicats et fédérations à l'administration de la société par des ordres venus du centre.

5. Pierre-Joseph Proudhon, Du principe fédératif et de la nécessité de reconstituer le parti de la Révolution, 1863. Référence historique à utiliser avec les limites propres à son contexte politique.

6. Union européenne, Traité sur l'Union européenne, article 5 : principes d'attribution, de subsidiarité et de proportionnalité. EUR-Lex, version consolidée.

7. Conseil de l'Europe, Charte européenne de l'autonomie locale, ouverte à la signature en 1985 et ratifiée par les 46 États membres du Conseil de l'Europe. La Charte protège les compétences, ressources et organes démocratiques locaux ainsi que le droit de recours.

8. Administration fédérale des finances suisse, « Péréquation financière : paiements compensatoires pour l'année 2026 », 26 novembre 2025. Le total annoncé pour 2026 est de 6,4 milliards de francs, incluant péréquation des ressources et compensation des charges.

9. Administration fédérale des finances suisse, dossier « National fiscal equalization », rapports et tableaux de péréquation. Le chapitre utilise le système suisse comme exemple d'autonomie territoriale combinée à une égalisation institutionnalisée, sans supposer qu'il constitue un modèle universel.

10. MONDRAGON Corporation, « About us » et « MONDRAGON Principles », documents institutionnels consultés en 2026. Le groupe indique réunir 81 coopératives autonomes et environ 70 000 personnes ; l'intercoopération figure parmi ses principes explicites.

11. MONDRAGON Corporation, chronologie 1987. Le premier Congrès du groupe adopte notamment les bases d'un Fonds intercoopératif de solidarité

destiné à soutenir la création d'emplois par le financement de promotions coopératives.

12. MONDRAGON Corporation, chronologie 2016. Le Congrès de 2016 réorganise notamment les fonds et instruments de l'intercoopération financière dans une nouvelle stratégie du groupe.

13. Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR), Convention pour la Protection du Rhin, signée le 12 avril 1999 par les cinq États riverains concernés, la Suisse et la Communauté européenne.

14. CIPR, « Qui sommes-nous ? », « Organisation » et « Secrétariat ». La CIPR associe membres, États/régions du bassin, groupes de travail et d'experts, assemblée plénière, conférences ministérielles et secrétariat international à Coblence.

15. Deutscher Sparkassen- und Giroverband (DSGV), « Savings Banks Finance Group » et « Organisation ». En 2026, le groupe présente 338 Sparkassen locales, associées à des Landesbanken, DekaBank, assureurs publics et autres partenaires dans une structure décentralisée.

16. DSGV, « Sparkassen » et « Landesbanken ». Le principe régional ancre les caisses d'épargne dans leurs territoires ; les Landesbanken servent notamment de partenaires régionaux et de relais vers des opérations suprarégionales et internationales.

17. U.S. House of Representatives, Select Bipartisan Committee to Investigate the Preparation for and Response to Hurricane Katrina, A Failure of Initiative, H. Rept. 109-377, 2006. Le rapport documente les défaillances de préparation et de coordination entre niveaux fédéral, étatique et local.

18. Council of Europe, European Charter of Local Self-Government, documentation du Congrès des pouvoirs locaux et régionaux. Le chapitre mobilise la Charte comme exemple d'articulation entre autonomie locale, ressources propres et recours juridique.

19. Elinor Ostrom, *Governing the Commons*, Cambridge University Press, 1990, et *Understanding Institutional Diversity*, Princeton University Press, 2005. Ses travaux sont mobilisés pour la gouvernance imbriquée et la résolution des conflits, sans assimiler mécaniquement communs naturels et fédérations politiques.

20. Daniel J. Elazar, *Exploring Federalism*, University of Alabama Press, 1987. Référence comparative sur les architectures fédérales et la combinaison d'autonomie et de gouvernement partagé.

21. Liesbet Hooghe et Gary Marks, *Multi-Level Governance and European Integration*, Rowman & Littlefield, 2001. Référence sur la dispersion de l'autorité entre plusieurs niveaux et acteurs, utile pour distinguer fédération formelle et gouvernance multi-niveaux.

22. Organisation de coopération et de développement économiques, travaux comparatifs sur la gouvernance multi-niveaux et l'investissement public territorial. Ils sont utilisés pour les questions de coordination, capacité locale et relations entre niveaux, non comme validation d'un modèle institutionnel unique.

CINQUIÈME PARTIE

Programme pour aujourd'hui

CE QUI DOIT ÊTRE RAPPROCHÉ

La liberté matérielle commence lorsque les lieux de vie retrouvent une prise sur ce qui les nourrit, les équipe et les maintient.

Les quatre premières parties ont suivi un déplacement historique. La concentration industrielle n'a pas disparu ; elle s'est déplacée dans les chaînes logistiques, les plateformes, les modèles numériques, les infrastructures et les régimes de propriété. En parallèle, des capacités distribuées sont réapparues ou se sont renforcées : ateliers, réseaux énergétiques locaux, restauration collective, réparation, communs techniques, coopératives et infrastructures d'apprentissage. La question n'est plus seulement de savoir si ces éléments existent. Il faut savoir lesquels rapprocher, à quelle échelle, avec quels moyens et pour qui.

Le mot relocalisation est trompeur lorsqu'il est utilisé seul. Une usine peut être déplacée à cinquante kilomètres sans que les habitants aient davantage de prise sur ses décisions. Un panneau solaire peut être installé sur un toit local tout en appartenant à un fonds extérieur et en dépendant d'un logiciel propriétaire. Un marché de producteurs peut rendre visibles des aliments proches tout en restant inaccessible aux ménages modestes. La proximité géographique n'est donc ni une garantie d'autonomie ni une preuve de justice.

Ce chapitre propose une méthode territoriale. Il part non des objets à relocaliser, mais des dépendances qui structurent la vie quotidienne : alimentation, énergie, réparation, fabrication ordinaire, savoirs techniques, données de décision et accès aux infrastructures. Il cherche ensuite quelles capacités doivent être rapprochées pour que le territoire puisse comprendre, maintenir, transformer et parfois remplacer ce dont il dépend, sans prétendre produire localement tout ce qu'il consomme.

La question centrale devient alors : qu'est-ce qu'un territoire doit être capable de faire lui-même, qu'est-ce qu'il doit pouvoir comprendre et contrôler même s'il ne le produit pas, et qu'est-ce

qu'il doit continuer à recevoir de réseaux plus larges ? Répondre demande un diagnostic, des priorités, un financement, une gouvernance et une révision régulière. Sans cela, la relocalisation reste une préférence esthétique pour le proche.

Le programme qui suit est volontairement concret. Il relie foncier agricole, restauration collective, ateliers, commande publique, énergie, formation, données et capacité de contre-expertise. Il propose aussi une institution de liaison : une maison de la capacité territoriale, non comme nouveau guichet administratif, mais comme infrastructure commune de moyens. Enfin, il traite les objections les plus fortes : coût pour les petites collectivités, manque de compétences, lenteur du diagnostic, protectionnisme et risque que les bénéfices locaux soient captés par les groupes déjà les mieux dotés.

1. Rapprocher sans enfermer

Rapprocher signifie d'abord réduire une distance de pouvoir. Une production est réellement rapprochée lorsque ceux qui vivent avec ses conséquences peuvent comprendre son fonctionnement, accéder aux informations nécessaires, intervenir sur certaines orientations, disposer de capacités de maintenance et contester les dommages. La distance kilométrique compte, mais elle n'est qu'une dimension.

Le territoire pertinent n'est pas toujours la commune. Une ville dense dépend de terres agricoles situées à cinquante ou cent kilomètres. Un bassin d'emploi traverse plusieurs intercommunalités. Un réseau de chaleur est local tandis qu'un réseau électrique est régional et national. Une chaîne de pièces détachées peut être européenne. La relocalisation sérieuse commence donc par le choix de l'échelle de chaque fonction plutôt que par l'idéal d'un territoire autosuffisant.

Il faut également distinguer autonomie et résilience. L'autonomie désigne une capacité de décision et d'action ; la résilience désigne la capacité à continuer ou se transformer lorsqu'un choc survient. Un territoire peut importer une grande partie de son alimentation tout en être résilient s'il dispose de

fournisseurs diversifiés, de stocks, de terres mobilisables, de capacités de transformation et d'accords solides avec d'autres territoires. À l'inverse, il peut produire localement un bien essentiel mais dépendre d'un seul propriétaire, d'une semence captive ou d'une maintenance distante.

Le principe n'est donc pas « produire ici ce qui était produit ailleurs ». Il est : rapprocher les fonctions dont la proximité augmente réellement la capacité de comprendre, maintenir, adapter, décider et distribuer équitablement. Tout le reste doit être fédéré à l'échelle où il fonctionne le mieux.

2. Commencer par le métabolisme territorial

Un territoire ne peut choisir ce qu'il doit rapprocher s'il ne sait pas de quoi il dépend. Le premier outil est une cartographie des flux : matières, énergie, aliments, eau, déchets, équipements, capitaux, données et compétences. Les études de métabolisme territorial donnent une base méthodologique à ce travail. Elles quantifient ce qui entre, ce qui est extrait localement, ce qui circule, ce qui s'accumule et ce qui sort.

Le Cerema rappelle que ces analyses permettent de dépasser les politiques en silos. En Centre-Val de Loire, la comparaison des flux de matières de 2014 et 2021 a notamment montré l'augmentation des échanges avec l'extérieur, la diminution des flux internes et l'importance des « flux indirects » liés à l'extraction, la fabrication et le transport hors du territoire. Une consommation apparente peut donc cacher une dépendance matérielle beaucoup plus grande que ce que les tonnes franchissant la frontière locale donnent à voir.

Le diagnostic doit être complété par une cartographie des capacités. Combien d'ateliers savent réparer un moteur électrique ? quels équipements de transformation alimentaire existent ? quelles cuisines collectives peuvent traiter des produits bruts ? combien d'architectes, d'électriciens, de soudeurs, de maraîchers, de techniciens réseaux ou de juristes de marchés publics sont disponibles ? quelles friches, quels ateliers, quelles

terres, quels entrepôts et quels bâtiments publics peuvent être mobilisés ?

Il faut également cartographier les vulnérabilités : fournisseur unique, dépendance à une route, exposition à une crue, précarité énergétique, désert alimentaire, vieillissement d'une main-d'œuvre, dépendance à un logiciel ou à une plateforme, absence de pièces de rechange, concentration foncière. Une dépendance n'est problématique que si elle combine importance du service, faible capacité de substitution et pouvoir limité de ceux qui la subissent.

Enfin, le diagnostic doit être partagé. Les statistiques publiques ne voient pas tout. Un réparateur connaît les pièces qui deviennent introuvables ; un cuisinier sait pourquoi certains marchés publics produisent du gaspillage ; une aide-soignante connaît la conséquence d'un bus qui ne passe pas ; un agriculteur sait quelle terre est théoriquement agricole mais pratiquement inaccessible. L'analyse de flux fournit une carte ; l'expérience des acteurs lui donne sa résolution.

3. Une méthode de priorisation en cinq étapes

Le diagnostic ne doit pas produire une encyclopédie locale. Il doit conduire à des choix. Première étape : identifier les fonctions essentielles ou stratégiques. Il ne s'agit pas seulement des services vitaux. La maintenance, la documentation, certaines compétences ou la logistique peuvent être stratégiques parce qu'elles conditionnent beaucoup d'autres fonctions.

Deuxième étape : mesurer la dépendance. Quelle part du service dépend d'acteurs extérieurs ? combien de fournisseurs existent ? combien de temps faudrait-il pour substituer une source ? quelle part de la valeur et des compétences reste localement ? Troisième étape : mesurer le gain plausible d'un rapprochement. Une capacité locale réduirait-elle les délais, les coûts, les émissions, la vulnérabilité, la précarité ou la dépendance à un monopole ?

Quatrième étape : estimer les coûts et les conditions. Foncier, équipement, compétences, volume minimal, normes, assurance, maintenance, gouvernance et financement doivent être visibles.

Une petite unité locale peut être politiquement séduisante mais économiquement fragile si elle n'atteint aucun volume viable. Cinquième étape : comparer l'option locale avec une coopération plus large. Le rapprochement n'est retenu que s'il apporte une capacité réelle qui justifie ses coûts.

Cette méthode évite de transformer chaque dépendance en projet de relocalisation. Un territoire peut conclure qu'il n'a aucun sens à produire des semi-conducteurs, mais qu'il doit conserver des stocks, plusieurs fournisseurs, une capacité de diagnostic électronique et la documentation de ses équipements. Il peut décider de rapprocher la transformation alimentaire tout en continuant d'importer certaines matières premières.

Les priorités doivent ensuite être séquencées. Il est souvent plus utile de construire une équipe de maintenance et un atelier partagé avant d'acheter de nouvelles machines, ou de modifier la commande publique avant de subventionner une nouvelle filière. Le premier investissement n'est pas nécessairement l'infrastructure finale : il peut être la capacité qui rend les investissements suivants intelligents.

4. Alimentation : rapprocher le foncier, la transformation, la cuisine et l'accès

L'alimentation constitue un bon premier champ parce qu'elle relie presque toutes les dimensions territoriales : sols, eau, foncier, transport, santé, déchets, commerce, restauration publique et justice sociale. Les projets alimentaires territoriaux français reposent désormais explicitement sur un diagnostic systémique et partagé et doivent articuler alimentation, santé, économie, environnement et autres politiques locales. Cette logique est plus riche que la seule promotion des circuits courts.

Le premier levier est le foncier. Un territoire peut protéger des terres agricoles dans son document d'urbanisme, acquérir certaines parcelles, créer des baux longs ou travailler avec des structures foncières pour faciliter l'installation. Mais protéger des hectares ne suffit pas : il faut eau, bâtiments, accès, logement,

outils et débouchés. Le foncier est une capacité seulement lorsqu'une activité peut réellement s'y maintenir.

Le second levier est la transformation. Une région agricole peut exporter ses légumes et réimporter des produits transformés parce qu'elle a perdu conserveries, abattoirs, moulins, légumeries ou cuisines. Rapprocher l'alimentation signifie donc souvent reconstruire les maillons intermédiaires plutôt qu'augmenter uniquement la production primaire.

Le troisième levier est la restauration collective. Écoles, hôpitaux, maisons de retraite et administrations constituent une demande relativement prévisible. La commande publique peut soutenir des filières si les marchés sont conçus pour permettre aux petits fournisseurs de répondre, avec lots adaptés, dialogue avec le marché, saisonnalité et cuisines capables de travailler des produits bruts. Les travaux européens récents sur l'achat alimentaire durable soulignent précisément le rôle de la commande publique comme outil de transformation des systèmes alimentaires.

Le quatrième levier est l'accès. Une politique locale qui crée seulement des marchés de producteurs plus chers peut renforcer les écarts. Tarification sociale, épiceries solidaires, restauration collective, aides ciblées, jardins partagés et systèmes de sécurité sociale de l'alimentation expérimentaux peuvent rapprocher la qualité alimentaire des ménages qui disposent du moins de revenu et de temps.

Enfin, les biodéchets peuvent refermer partiellement les cycles : tri, compostage, méthanisation lorsque pertinente, retour de matière organique. Cette boucle ne rend pas la ville autosuffisante, mais elle réduit la rupture entre consommation urbaine et fertilité des sols.

5. Étude de cas : Mouans-Sartoux, une politique alimentaire qui dépasse la cantine

Mouans-Sartoux est souvent citée pour ses cantines scolaires 100 % biologiques. Le cas est plus intéressant lorsque l'on regarde l'architecture complète. La commune a atteint 100 % d'achats biologiques en restauration scolaire dès 2012, a créé une régie

agricole municipale et a développé à partir de 2016 une Maison d'éducation à l'alimentation durable, la MEAD, chargée de piloter le projet alimentaire territorial.

La ferme municipale de Haute-Combe produit aujourd'hui environ 25 tonnes de légumes par an et couvre plus de 85 % des besoins en légumes des cuisines municipales selon la ville. Cette production n'est qu'un élément. La commune a aussi augmenté les surfaces agricoles protégées dans son plan local d'urbanisme, identifié des zones d'installation, travaillé sur l'éducation alimentaire, les potagers collectifs et la redistribution d'une partie de productions citoyennes vers l'épicerie sociale.

Le cas montre surtout l'importance du gaspillage. La ville indique être passée d'environ 147 grammes de déchets alimentaires par assiette à 32 grammes en quatre ans, soit une réduction d'environ 80 %. Les économies réalisées ont permis de réinvestir dans la qualité des denrées. L'amélioration écologique ne vient donc pas seulement d'un produit plus cher acheté localement ; elle vient d'une réorganisation de la cuisine, des portions, de l'éducation et du suivi.

Mouans-Sartoux reste une petite commune et ne peut être transposée mécaniquement à une métropole. Elle bénéficie d'un contexte foncier, administratif et politique spécifique. Son intérêt réside ailleurs : la politique alimentaire relie foncier, production, cuisine, gaspillage, éducation, accès social et gouvernance. Elle montre ce que signifie intégrer plusieurs fonctions au lieu de multiplier les projets isolés.

6. Fabrication : reconstruire d'abord la capacité de maintenir

Dans la fabrication, le premier objectif ne devrait pas être de recréer localement une industrie complète. Le besoin le plus transversal est la capacité de diagnostiquer, réparer, usiner une pièce simple, adapter un équipement, souder, reconditionner et documenter. Garages, ressourceries, lycées techniques, artisans, services municipaux, fablabs et entreprises de maintenance peuvent former un réseau plutôt qu'un atelier unique.

La commande publique peut soutenir cette capacité en exigeant disponibilité des pièces, documentation, accès au diagnostic, formation locale et clauses de réversibilité. Le chapitre 9 a établi la fonction générale de la maintenance ; ici, la conséquence territoriale est plus précise : mutualiser les équipements rares et préserver assez de savoir-faire pour qu'une panne ordinaire ne transforme pas immédiatement le territoire en client captif d'un fournisseur extérieur.

La proximité productive n'est pas un retour à l'artisanat ancien. Usinage numérique, électronique, logiciel et fabrication additive peuvent y prendre place. Le critère est l'utilité de la capacité, pas son caractère traditionnel. Une machine coûteuse dupliquée partout augmente moins l'autonomie qu'un atelier mutualisé relié aux écoles, services techniques et entreprises locales.

7. Étude de cas : Vienne protège la « ville productive »

Les villes chères tendent à chasser leurs activités productives. Le logement, les bureaux et le commerce peuvent payer davantage pour le foncier ; l'industrie et l'artisanat sont repoussés toujours plus loin. Vienne a choisi de traiter cette évolution comme un problème d'urbanisme. Son Fachkonzept Produktive Stadt, élaboré par la ville à partir de 2016-2017, vise explicitement à préserver et développer des zones pour la production et les activités liées.

Le concept distingue plusieurs types de zones productives et cherche à sécuriser dans la durée des espaces qui ne seront pas progressivement absorbés par des usages plus rentables. La ville annonce également des réserves foncières destinées à la croissance des entreprises productives. Ce choix est politique : la présence de fabrication dans la ville n'est pas laissée uniquement au prix du marché immobilier.

L'intérêt ne réside pas dans une nostalgie de l'usine urbaine. Certaines productions lourdes ou dangereuses doivent rester éloignées des logements. La stratégie viennoise combine zones industrielles protégées, sites intégrés et quartiers où production et autres fonctions peuvent coexister lorsque les nuisances sont

compatibles. Elle traite ainsi la production comme une fonction urbaine légitime au même titre que l'habitat ou le commerce.

Ce cas montre que maintenir une base productive demande d'agir sur le foncier avant que les ateliers aient disparu. Une politique d'incubateurs et de labels ne suffit pas si les loyers expulsent progressivement les activités. La planification urbaine devient donc un outil de politique industrielle territoriale.

La limite demeure : protéger du foncier ne garantit ni propriété démocratique, ni bons emplois, ni production utile. Une ville peut conserver des entreprises tout en restant dépendante de groupes extérieurs. La protection spatiale est une condition de capacité, pas sa réalisation complète.

8. Énergie : rapprocher la propriété et le partage, pas seulement les panneaux

L'énergie distribuée a été développée au chapitre 8. Le programme territorial ajoute une question : à qui profite la localisation ? Installer des panneaux photovoltaïques privés peut rapprocher la production tout en éloignant la justice si seuls les propriétaires disposant de capital peuvent investir. La proximité physique peut alors devenir un nouvel actif patrimonial.

Les données américaines sur l'adoption du photovoltaïque résidentiel illustrent ce risque. Le Lawrence Berkeley National Laboratory a montré que les ménages adoptant le solaire avaient historiquement des revenus supérieurs à ceux de l'ensemble des ménages, même si l'écart s'est réduit avec le temps. Une partie du problème vient du fait que le solaire sur toiture est principalement accessible aux logements occupés par leurs propriétaires.

La correction passe par la propriété collective et les dispositifs accessibles aux non-propriétaires : toitures publiques, centrales citoyennes, autoconsommation collective, coopératives, communautés énergétiques, abonnements à des installations partagées, financement public et tarification sociale. L'objectif n'est pas d'empêcher le propriétaire d'investir mais d'éviter que les subventions et économies de facture soient structurellement

réservées aux ménages qui disposent déjà d'un toit adapté et de capital.

Le territoire doit aussi conserver une solidarité avec le réseau. Un foyer producteur reste généralement dépendant de l'électricité extérieure lorsqu'il ne produit pas. Les coûts d'infrastructure doivent donc être répartis de manière à ne pas transférer disproportionnellement les charges sur les ménages incapables d'investir.

La bonne question devient : quelle part de la production locale est collectivement accessible, quelle part des revenus reste sur le territoire, qui paie le réseau, et combien de ménages en précarité voient réellement leur facture diminuer ?

9. Un contre-exemple : quand la relocalisation énergétique avantage d'abord les mieux dotés

La relocalisation peut renforcer les inégalités lorsqu'elle passe principalement par l'investissement individuel. Un système de crédits d'impôt ou de tarifs avantageux pour les panneaux solaires peut bénéficier davantage aux ménages propriétaires disposant d'épargne, d'un bon crédit et d'un toit adapté. Les locataires, habitants d'immeubles, ménages modestes et personnes vivant dans des logements mal orientés restent à l'écart.

Le problème ne rend pas le photovoltaïque local injuste par nature. Il montre que le mode de financement et de propriété compte autant que l'emplacement. Les études du Berkeley Lab observent un rapprochement progressif des revenus des adoptants vers ceux de la population des propriétaires, mais les ménages à revenus faibles ou modérés ont longtemps connu des taux d'adoption inférieurs. Les modèles de tiers-investissement et de solaire communautaire peuvent réduire certaines barrières.

Un programme territorial qui se contente de subventionner chaque propriétaire reproduit donc les inégalités patrimoniales existantes. Une politique plus juste réserve une part des fonds aux logements sociaux, aux copropriétés fragiles, aux bâtiments publics, aux ménages à faible revenu et aux installations

collectives. Elle peut également proposer du préfinancement au lieu d'un remboursement fiscal après dépense.

Ce cas constitue un avertissement général. Toute politique de relocalisation doit demander qui possède l'actif rapproché. Si le territoire devient plus autonome statistiquement tandis que seuls les ménages riches acquièrent les équipements, la capacité collective n'a pas réellement augmenté.

10. Savoir : rapprocher l'apprentissage de l'infrastructure

Une politique territoriale échoue si les machines arrivent avant les savoirs. Chaque programme important doit donc contenir une composante d'apprentissage reliée aux projets réels : rénovation, énergie, alimentation, numérique, mobilité ou réparation. Les écoles, lycées professionnels, universités, centres de formation et entreprises n'ont pas besoin d'être fusionnés ; ils doivent pouvoir travailler sur des problèmes communs.

La documentation est une infrastructure. Procédures, coûts, erreurs, fournisseurs, plans, données agrégées et résultats d'expérimentation doivent rester accessibles afin qu'une capacité ne disparaisse pas avec la personne qui la portait. Le chapitre 10 développe la question générale des compétences ; ici, le point territorial est que le savoir doit être suffisamment proche pour permettre l'entretien, la décision et l'apprentissage collectif.

Cette proximité inclut une capacité de contre-expertise. Une collectivité qui achète un réseau, une IA ou un équipement complexe doit pouvoir mobiliser un avis indépendant du fournisseur, éventuellement partagé entre plusieurs territoires. Il ne s'agit pas que chaque habitant devienne spécialiste, mais qu'aucune infrastructure essentielle ne soit comprise par un interlocuteur unique.

11. Étude de cas : la Maison de l'Habitat Durable de Lille, un guichet qui devient capacité

La Maison de l'Habitat Durable de Lille et de la Métropole Européenne de Lille fournit un exemple utile d'institution

territoriale intermédiaire. Elle est présentée comme un équipement public et indépendant, ouvert aux habitants de toute la métropole, consacré à la rénovation durable et énergétique des logements.

Le lieu réunit conseils techniques et financiers, accompagnement aux travaux, conseil juridique et architectural, médiation sociale, ateliers et formations. L'intérêt est précisément de ne pas séparer la question technique du financement, du droit et de la précarité énergétique. Un ménage peut comprendre un devis, identifier une aide, discuter d'un choix de matériaux et être accompagné dans les démarches.

Cette maison n'est pas un atelier industriel ni une « maison de la capacité territoriale » complète au sens proposé ici. Elle montre néanmoins le type d'interface institutionnelle nécessaire : un lieu public où l'expertise devient accessible sans dépendre directement d'un vendeur. Les animations et ateliers pratiques rapprochent aussi l'apprentissage des décisions concrètes.

L'extension de ce modèle pourrait connecter habitat, énergie, réparation, fabrication, alimentation et données. Plutôt que créer cinq guichets distincts, un territoire pourrait disposer d'un lieu commun orientant vers des réseaux spécialisés tout en conservant une cartographie générale des capacités.

La leçon est que la capacité territoriale demande des institutions de traduction. Les politiques deviennent inutilisables lorsque les habitants doivent eux-mêmes reconstruire le lien entre aides financières, normes, artisans, techniques et droits.

12. Décision : rapprocher les données et le droit d'intervention

La proximité politique est vide si les données décisives restent ailleurs. Les informations nécessaires pour comprendre flux, budgets, risques, achats et infrastructures doivent être accessibles dans des formes auditable, sans confondre transparence et publication indiscriminée de données personnelles.

Le droit d'intervention doit aussi arriver avant l'irréversibilité. Information, contre-proposition, saisine, décision partagée ou

recours n'ont de sens que lorsque plusieurs options existent encore. Un veto général de chaque groupe local rendrait certaines infrastructures impossibles ; l'absence de tout pouvoir transforme inversement la participation en décor.

Une capacité minimale de contre-expertise doit donc être financée. Elle permet au territoire de discuter une étude technique ou un contrat sans dépendre de l'auteur du projet. La théorie générale de l'audit et de la contestabilité sera reprise au chapitre 15 ; ici, sa fonction est de rapprocher assez d'information et d'expertise pour rendre la décision territoriale réelle.

13. Instituer une Maison de la capacité territoriale

Les fonctions décrites sont aujourd'hui dispersées : service énergie, développement économique, alimentation, marchés publics, formation, ressourcerie, atelier municipal, agence d'urbanisme, association de consommateurs, chambre consulaire. Une Maison de la capacité territoriale ne remplacerait pas ces organisations. Elle servirait d'interface et d'infrastructure commune.

Ses missions pourraient être au nombre de huit. Premièrement, maintenir une cartographie des flux, dépendances, équipements et compétences. Deuxièmement, offrir un atelier mutualisé pour diagnostic, réparation, prototypage et formation, directement ou par convention avec des lieux existants. Troisièmement, organiser une bibliothèque d'outils et de documentation. Quatrièmement, accompagner les projets coopératifs et publics sur les questions techniques, juridiques et financières.

Cinquièmement, coordonner la commande publique territoriale : besoins futurs, clauses de réparabilité, allotissement, mutualisation des achats et dialogue avec les fournisseurs. Sixièmement, héberger un service de contre-expertise indépendant pour les grands projets. Septièmement, relier écoles, universités, entreprises et habitants par des formations et projets réels. Huitièmement, publier un tableau de bord annuel des capacités.

La gouvernance doit éviter deux dérives. Première dérive : le guichet administratif qui collecte des dossiers et distribue des aides sans produire de savoir commun. Deuxième : le laboratoire réservé à une minorité diplômée. Le conseil de gouvernance devrait associer collectivités, travailleurs, usagers, acteurs éducatifs et représentants d'organisations productives, avec budget public et règles de transparence.

Le financement pourrait combiner budget territorial, contributions de plusieurs communes, fonds régionaux, recettes de certains services, programmes européens et conventions avec des institutions de formation. Les prestations essentielles de conseil et de diagnostic devraient rester gratuites ou très accessibles afin que l'institution n'avantage pas seulement ceux qui peuvent payer.

Pour une petite collectivité, la Maison peut être intercommunale ou départementale. L'idée n'est pas de dupliquer une équipe complète dans chaque village mais de garantir qu'aucun territoire ne soit trop petit pour accéder à l'ingénierie nécessaire.

14. Combien cela coûte-t-il ?

Le programme paraît coûteux parce qu'il rassemble des fonctions aujourd'hui cachées dans plusieurs budgets. Il faut donc distinguer investissement nouveau et réorganisation de dépenses existantes. Une collectivité paie déjà des achats, des déchets, de l'énergie, des formations, des prestations de conseil, des réparations et des subventions économiques. Une politique de capacité peut rediriger une partie de ces flux vers des actifs et compétences durables.

Le coût doit être calculé sur la durée. Un atelier partagé ou une équipe de maintenance peut réduire des achats d'urgence, prolonger des équipements et faciliter des réparations. Une cuisine capable de transformer des produits bruts demande du personnel et du matériel mais peut réduire certains coûts de produits transformés et de gaspillage. Une expertise publique coûte de l'argent mais peut éviter un contrat captif de plusieurs millions.

Toutes les politiques ne s'autofinancent pas, et il serait malhonnête de le promettre. Certaines capacités sont des infrastructures collectives, comme une bibliothèque ou un service incendie : leur valeur réside dans ce qu'elles rendent possible, y compris lorsqu'elles ne génèrent pas de recettes directes.

Les petites collectivités doivent mutualiser. Un fonds régional peut financer les équipements rares ; plusieurs communes peuvent partager des ingénieurs ; les départements ou régions peuvent fournir des données et des marchés-cadres ; l'État peut garantir une péréquation. Le coût local ne doit pas être la somme de toutes les compétences nécessaires.

L'évaluation doit enfin comparer le coût de la dépendance : loyers de logiciels, contrats exclusifs, pertes de terres, transports longs, précarité énergétique, destruction d'emplois productifs et absence de capacité en crise. Ce coût est souvent diffus, donc politiquement moins visible qu'un budget d'investissement.

15. Les compétences manqueront-elles localement ?

Oui, dans de nombreux territoires. Certains bassins ont perdu des métiers de maintenance, des cuisines collectives, des artisans ou des ingénieurs ; d'autres possèdent ces compétences sans les relier aux politiques locales. La réponse consiste à traiter leur création comme un investissement : apprentissage, formation continue, partenariats avec les établissements, techniciens territoriaux et documentation partagée.

Il faut cependant éviter le localisme des compétences. Une commune n'a pas besoin de salarier un spécialiste de chaque sujet ; elle doit savoir où le mobiliser, pouvoir en payer l'accès et ne pas dépendre d'un fournisseur unique. Réseaux régionaux de contre-expertise, laboratoires publics et centres techniques peuvent fournir cette profondeur. Rapprocher le savoir signifie donc rapprocher l'accès à la compétence, non enfermer toute expertise dans le territoire.

16. Le diagnostic retardera-t-il l'action ?

Un diagnostic exhaustif peut effectivement devenir une forme de procrastination institutionnelle. Pendant que l'on mesure chaque flux, les friches sont vendues, les terres artificialisées et les contrats renouvelés. Il faut donc travailler en deux vitesses.

La première vitesse traite les dépendances déjà évidentes. Si un service essentiel dépend d'un équipement sans pièces disponibles, il n'est pas nécessaire d'attendre trois ans de métabolisme territorial pour créer un plan de maintenance. Si des terres agricoles sont menacées, leur protection peut commencer pendant le diagnostic.

La seconde vitesse construit la cartographie générale sur plusieurs mois afin d'éviter les investissements contradictoires. Le diagnostic initial n'est pas une autorisation d'agir ; c'est une base qui améliore progressivement l'action.

Chaque étude doit produire des décisions intermédiaires. À trois mois : vulnérabilités urgentes. À six mois : premiers investissements. À un an : stratégie territoriale. Cette obligation empêche l'étude de devenir une fin en soi.

Le coût de l'absence de diagnostic est également du temps : projets abandonnés faute de foncier, équipements sous-utilisés, formations sans débouchés, marchés publics impossibles à fournir. Quelques mois de connaissance peuvent accélérer plusieurs années d'exécution.

17. La relocalisation conduit-elle au protectionnisme ?

La relocalisation devient protectionniste lorsqu'elle traite l'étranger comme un problème en soi et cherche à réserver arbitrairement les marchés à ceux qui se trouvent à l'intérieur d'une frontière. Ce n'est pas le programme proposé ici. Le critère est la capacité, la résilience, les impacts et le pouvoir, pas la nationalité du producteur.

Un territoire doit continuer à échanger ce qu'il ne peut ou ne doit pas produire efficacement. Certaines régions disposent de meilleures conditions agricoles, certaines industries ont des

économies d'échelle importantes, certaines connaissances doivent circuler mondialement. La fédération du chapitre 12 reste nécessaire.

La commande publique peut favoriser des objectifs environnementaux, sociaux, de fraîcheur, de qualité, de réparabilité ou de délais lorsque le droit le permet, mais elle ne doit pas déguiser une préférence géographique illégale. Les politiques alimentaires européennes montrent d'ailleurs que l'approvisionnement durable et biologique peut être soutenu dans le respect des règles de marchés publics, notamment par des critères et un allotissement adaptés.

La bonne relocalisation réduit les dépendances excessives et reconstruit des capacités ; elle ne cherche pas à fermer les frontières. Elle augmente même la qualité de l'échange : un territoire capable de maintenir ses infrastructures peut coopérer sans accepter n'importe quelle condition par peur de manquer.

18. Les indicateurs : mesurer la capacité sans fabriquer un score unique

Le tableau de bord territorial doit suivre séparément plusieurs dimensions : dépendances matérielles et temps de substitution ; diversité des capacités productives ; accessibilité sociale ; propriété et dépendance contractuelle ; compétences et documentation ; flux écologiques ; droits de participation et de recours.

Ces dimensions ne doivent pas être agrégées en une note de « souveraineté territoriale ». Un territoire peut être énergétiquement autonome mais socialement inégalitaire, productif mais destructeur, ou très participatif tout en restant matériellement dépendant. L'évaluation doit montrer ces contradictions. Le chapitre 15 développera la méthode multicritère générale ; ici, le tableau de bord sert seulement à vérifier si les investissements réduisent effectivement les vulnérabilités qu'ils visaient.

Une révision annuelle peut suivre les changements visibles, complétée tous les trois à cinq ans par un audit plus profond :

quelles fonctions faut-il désormais fédérer davantage, lesquelles peuvent être rapprochées, et quelles capacités n'ont produit qu'un effet symbolique ?

19. Une séquence de cinq ans

Le programme territorial peut être organisé en cinq années pour éviter l'effet catalogue. Année 1 : diagnostic rapide des vulnérabilités, protection des actifs menacés, création d'une équipe de capacité et lancement de trois projets immédiatement utiles. Année 2 : cartographie complète des flux et compétences, réforme de la commande publique, conventions avec écoles et acteurs de maintenance.

Année 3 : investissements structurants dans les maillons manquants identifiés : légumerie, atelier partagé, réseau énergétique collectif, espace de formation ou plateforme documentaire. Année 4 : élargissement aux coopérations interterritoriales, fonds de péréquation et achats communs. Année 5 : audit indépendant, publication des résultats et révision des priorités.

La séquence doit rester flexible. Un territoire rural commencera peut-être par transformation alimentaire et mobilité ; une ville dense par réparation, foncier productif et rénovation ; un bassin industriel par maintenance, reconversion et énergie. La méthode est commune, pas le catalogue.

Le budget doit également monter progressivement. Les premières dépenses portent sur l'information, les compétences et la protection de capacités existantes. Les équipements lourds arrivent après le diagnostic. Cela réduit le risque de construire des infrastructures symboliques sans usages.

Une transition territoriale crédible montre ainsi rapidement quelque chose de concret tout en construisant une connaissance plus longue. Elle évite le choix entre petit projet visible et plan abstrait de dix ans.

20. Bilan : rapprocher une prise, pas seulement une production

Ce qui doit être rapproché n'est pas tout ce que nous consommons. Ce sont les capacités dont l'éloignement transforme la dépendance normale en impuissance. Alimentation, maintenance, certains outils, énergie distribuée, savoirs, données et pouvoir de contre-expertise forment un noyau territorial parce qu'ils permettent d'agir sur de nombreuses autres fonctions.

Mouans-Sartoux montre qu'une politique alimentaire devient structurante lorsqu'elle relie foncier, production, cuisine, gaspillage, éducation et accès. Vienne montre que conserver une base productive demande une politique foncière avant que le marché immobilier n'ait tout évincé. Lille montre qu'un lieu public peut réunir expertise technique, financement, droit et apprentissage. Le solaire résidentiel rappelle qu'une capacité rapprochée peut rester socialement captée si l'on ne traite pas la propriété et l'accès.

La Maison de la capacité territoriale condense ces enseignements : cartographier, documenter, maintenir, apprendre, financer, contre-expertiser et relier. Elle n'est pas une solution magique, mais une institution permettant à plusieurs politiques de cesser d'être juxtaposées.

Le chapitre suivant doit maintenant poser la limite symétrique. Tout ne doit pas être rapproché. Certains droits, connaissances, infrastructures, solidarités, systèmes de santé, réseaux énergétiques, normes et capacités industrielles doivent rester communs à grande échelle. Une politique de proximité devient sérieuse lorsqu'elle sait aussi ce qu'elle ne doit pas localiser.

Approfondissements

A. Cartographier la propriété en même temps que les flux

Deux territoires peuvent importer exactement la même quantité de nourriture ou d'énergie et posséder des dépendances politiques très différentes. L'un achète à une multitude de

producteurs reliés par des contrats ouverts ; l'autre dépend d'une seule entreprise qui possède infrastructures et données. Le métabolisme territorial doit donc être complété par une carte des droits de propriété, licences, contrats et possibilités de sortie. La matérialité dit ce qui circule ; la propriété dit qui peut en modifier les règles.

B. Mesurer la capacité de fonctionnement dégradé

La résilience ne demande pas que le territoire fonctionne normalement en cas de rupture. Elle demande de connaître ce qu'il peut maintenir. Combien de jours un hôpital peut-il fonctionner si une livraison cesse ? quelles réparations peuvent être effectuées sans connexion au fournisseur ? quelle part de l'alimentation peut être réorientée en urgence ? Ces scénarios de fonctionnement dégradé sont plus instructifs qu'un indicateur abstrait d'autonomie.

C. La coopération entre territoires ruraux et urbains

La relocalisation urbaine peut devenir prédatrice si la ville cherche seulement à sécuriser sa nourriture, son énergie ou son eau en contrôlant les territoires environnants. Les contrats doivent reconnaître la capacité des territoires producteurs à décider de leurs propres trajectoires. Une ville peut financer des infrastructures de transformation ou garantir des débouchés sans transformer la campagne en arrière-pays fonctionnel. La fédération implique réciprocité, représentation et partage de valeur.

D. Ne pas sanctuariser toutes les productions locales existantes

Une activité locale peut être polluante, exploitante ou inutile. Le fait qu'elle fournisse des emplois proches ne suffit pas à la protéger. Le chapitre 15 demeure applicable : service, cycle de vie, travail, justice, pouvoir et réversibilité doivent être examinés. Une

politique productive urbaine doit parfois aider une entreprise à se transformer plutôt qu'à maintenir son procédé actuel.

E. Une capacité inutilisée peut rester utile

Certains ateliers, stocks, compétences ou équipements sont peu utilisés en temps normal mais possèdent une valeur de réserve. La comptabilité classique peut les juger inefficaces. Une politique de résilience doit distinguer sous-utilisation inutile et capacité de secours. Cette valeur doit être explicitée, sinon les équipements les plus importants en crise sont souvent les premiers supprimés dans une logique d'optimisation.

Notes et références du chapitre 13

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, édition révisée, 1912. Le chapitre prolonge sa recherche d'une proximité entre production, savoir et vie quotidienne sans reprendre littéralement son programme territorial.
2. Cerema, « Flux de matières et économie circulaire en Centre-Val de Loire : s'appuyer sur la comptabilité des flux pour éclairer les choix », 20 mars 2025. L'étude compare les comptabilités de flux de matières régionales de 2014 et 2021.
3. Cerema, *Actualisation de la comptabilité des flux de matières en Centre-Val de Loire, Partie 1 : méthodologie et résultats*, 2025. Le rapport définit les études de métabolisme territorial comme des outils de diagnostic des besoins, importations, extractions, rejets, productions et exportations.
4. Commissariat général au développement durable, *Comptabilité des flux de matières dans les régions et les départements - Guide méthodologique*, 2014, méthode inspirée du cadre Material Flow Analysis d'Eurostat.
5. Ministères français chargés de la transition écologique et de l'alimentation, *Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat 2025-2030*. La stratégie prévoit de renforcer les projets alimentaires territoriaux à partir de diagnostics systémiques partagés.
6. Ministère de la Transition écologique, *Guide pratique des projets alimentaires territoriaux*, fiche sur Caen Normandie Métropole : diagnostic, concertation, planification foncière, économie de proximité, restauration collective et gouvernance alimentaire.
7. Joint Research Centre, Commission européenne, *Criteria for Sustainable Public Procurement for Food, Food Services and Vending Machines*, 2025. Les critères visent à aider les acheteurs publics à intégrer dimensions environnementales, sociales et sanitaires.
8. EU CAP Network, « Public procurement of locally sourced food: a COACH case study – Dordogne Department, France ». Le cas montre l'usage de lots

adaptés et du dialogue avec les producteurs pour rendre des marchés accessibles à des fournisseurs locaux de taille plus petite.

9. Ville de Mouans-Sartoux, « Alimentation durable », documents municipaux consultés en 2026. La ville indique que ses cantines sont 100 % biologiques et que le gaspillage est passé de 147 g à 32 g par assiette en quatre ans.

10. MEAD Mouans-Sartoux, « Notre projet ». La Maison d'éducation à l'alimentation durable a été créée en 2016 pour piloter le projet alimentaire territorial ; la régie agricole municipale produit environ 25 tonnes de légumes par an et couvre plus de 85 % des besoins en légumes des cuisines municipales.

11. Ville de Mouans-Sartoux, politique foncière agricole et programme « Le Citoyen Nourrit la Ville ». La commune indique avoir augmenté les surfaces agricoles protégées et développé potagers collectifs, rucher, forêt nourricière et redistribution vers l'épicerie sociale.

12. Stadt Wien, Magistratsabteilung 18, Fachkonzept Produktive Stadt, 2017. Le concept municipal traite explicitement la production et les activités associées comme une fonction urbaine à protéger dans plusieurs types de zones.

13. Wienbibliothek im Rathaus, notice officielle du Fachkonzept Produktive Stadt, publication de Stadtentwicklung Wien, MA 18, 2017.

14. Stadt Wien, documents 2025 relatifs au « Produktives Hausfeld ». Ils reprennent le Fachkonzept Produktive Stadt pour conserver des entreprises existantes et intégrer des usages productifs dans le développement du quartier.

15. Wirtschaftskammer Wien, « Fachkonzept Produktive Stadt », mise à jour 2024. La chambre économique souligne notamment la protection de surfaces destinées aux entreprises productives et l'objectif de réserver des disponibilités foncières pour leur développement.

16. Lawrence Berkeley National Laboratory, Barbose, Darghouth, Hoen et Wiser, Income Trends of Residential PV Adopters, 2018. L'étude analyse les revenus d'environ 800 000 adoptants résidentiels du photovoltaïque dans treize États américains.

17. Lawrence Berkeley National Laboratory, synthèse du 12 avril 2018. Le revenu médian des adoptants étudiés était historiquement supérieur à celui des ménages des mêmes États, avec un écart plus faible lorsqu'on compare uniquement les propriétaires occupants et une tendance à la démocratisation au fil du temps.

18. Rayal, Jain et Lorig, « Rooftop and Community Solar Adoption with Income Heterogeneity », 2024. Travail de modélisation montrant l'intérêt du solaire communautaire pour atteindre des ménages situés dans d'autres segments de revenu que le solaire individuel sur toiture.

19. Ville de Lille, « Maison de l'Habitat Durable ». L'équipement public est ouvert à l'ensemble des habitants de la Métropole Européenne de Lille et propose conseils, accompagnement, ateliers et réunions sur la rénovation durable.

20. Métropole Européenne de Lille / Maison de l'Habitat Durable, présentation 2026. Le lieu réunit conseil technique et financier, accompagnement aux travaux, conseil juridique et architectural et programmation d'ateliers.
21. Ville de Lille, page « Habitat durable ». La Maison associe conseillers énergie, architectes, juristes, avocats et médiateurs sociaux et oriente vers les aides et audits disponibles.
22. Commission européenne, Représentation en France, « Non, l'UE n'interdit pas les cantines bio ! », 16 mai 2024. Le droit européen des marchés publics n'interdit pas l'achat de produits biologiques ou durables ; les critères doivent respecter les principes applicables de la commande publique.
23. EU CAP Network, « Public procurement of locally sourced food: Torres Vedras ». Le programme portugais de restauration scolaire illustre le dialogue avec les producteurs, l'allotissement et l'alignement progressif des productions locales avec les besoins des cantines.
24. Cerema, Guide de l'aménagement durable, 2023. Le diagnostic territorial est présenté comme une étape permettant d'étudier besoins, vulnérabilités, flux, risques, réversibilité et parties prenantes, et de constituer un état de référence pour l'évaluation.
25. ADEME Corse, Cahier des charges - Étude du métabolisme territorial et des flux de matière de la Corse, 2026. Référence méthodologique récente pour l'analyse territoriale des ressources et dépendances.
26. Sabine Barles, travaux sur l'écologie territoriale et l'analyse des flux de matières, notamment « L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés », 2014. Référence conceptuelle pour relier flux matériels, territoires et stratégies de transformation.
27. Fab City Grand Paris, documents institutionnels consultés en 2026. Le réseau cherche à relier espaces de fabrication, économie circulaire, design, agriculture urbaine et politiques publiques à l'échelle du Grand Paris. Ce chapitre l'utilise comme exemple de mise en réseau plutôt que comme modèle territorial complet.
28. Conseil de l'Union européenne et Commission européenne, cadre des communautés énergétiques et de l'autoconsommation collective. Références mobilisées avec le chapitre 8 pour distinguer production locale, propriété et accès.
29. ISO 59020:2024, Circular economy - Measuring and assessing circularity performance, et documents connexes. Référence générale pour l'importance d'indicateurs multidimensionnels, sans utiliser un score unique pour évaluer la capacité territoriale.
30. Elinor Ostrom, Understanding Institutional Diversity, Princeton University Press, 2005. Mobilisée pour la nécessité de distinguer ressources, règles, acteurs et échelles plutôt que supposer qu'une même institution locale fonctionne partout.

31. Eurostat, Economy-wide material flow accounts et règlement (UE) n° 691/2011 relatif aux comptes économiques européens de l'environnement. Base statistique du cadre MFA utilisé dans les diagnostics territoriaux.

32. Organisation de coopération et de développement économiques, travaux sur la gouvernance multi-niveaux et l'investissement public territorial. Utilisés pour les questions de capacités administratives et de mutualisation entre collectivités, sans transformer l'OCDE en validation du programme proposé.

CE QUI DOIT RESTER COMMUN À GRANDE ÉCHELLE

La proximité ne suffit pas : certaines connaissances, infrastructures, garanties et solidarités doivent dépasser durablement le territoire.

Le chapitre précédent a établi ce qui gagne à être rapproché : alimentation, maintenance, certaines fabrications, capacités énergétiques, savoirs techniques, données de décision et contre-expertise. Mais une politique territoriale devient dangereuse lorsqu'elle transforme cette logique en idéal d'autosuffisance. Une commune ne peut pas produire seule ses médicaments, maintenir un réseau ferroviaire national, organiser la veille épidémiologique mondiale, financer la recherche fondamentale ou stabiliser un réseau électrique continental. Et elle ne devrait pas avoir le droit de réduire certaines protections au seul motif qu'elles seraient décidées localement.

La grande échelle n'est donc pas l'ennemie de l'autonomie. Elle devient problématique lorsque la taille de l'infrastructure est confondue avec un droit général du centre à décider de tout. Le problème de ce chapitre est inverse : identifier les fonctions dont la grande échelle constitue une condition réelle de liberté, d'égalité, de sécurité ou de connaissance, puis déterminer comment les gouverner sans reconstruire un centre souverain opaque.

Quatre critères guideront le classement. Premièrement, les externalités : les conséquences d'une décision dépassent-elles structurellement le territoire qui la prend ? Deuxièmement, la rareté : la fonction dépend-elle d'équipements, de compétences ou de ressources qu'il serait absurde de dupliquer partout ? Troisièmement, l'égalité : le service doit-il être garanti indépendamment de la richesse ou de la géographie locale ? Quatrièmement, la complexité d'interconnexion : la fonction

n'existe-t-elle que parce que plusieurs réseaux suivent des standards communs et se coordonnent en temps réel ?

Ces critères permettent de distinguer trois formes souvent confondues. Un commun mondial concerne une ressource ou une connaissance dont l'accès et la préservation intéressent plusieurs sociétés sans qu'un État unique puisse légitimement en devenir propriétaire général. Un service public national ou supranational garantit un droit, une infrastructure ou une capacité par des institutions politiques disposant de ressources stables. Une fédération transnationale coordonne des acteurs autonomes autour d'une fonction qui traverse les frontières, sans leur attribuer une compétence universelle.

Le programme qui suit porte donc sur la science ouverte, les médicaments essentiels, la veille sanitaire, les grands réseaux ferroviaires et électriques, l'infrastructure numérique publique, les standards, le climat, la biodiversité et la solidarité. Il traite également le nœud juridique de la propriété intellectuelle : comment préserver l'incitation à inventer sans transformer une connaissance essentielle en péage permanent ? Enfin, il affronte quatre objections : absence d'exécution des communs mondiaux, risque de désinvestissement par l'ouverture, lenteur supposée des standards publics et nécessité présumée d'un pouvoir central mondial.

1. Quatre critères pour choisir la grande échelle

Le premier critère est celui des externalités. Une activité doit monter d'échelle lorsque ses effets principaux ne peuvent pas être contenus par l'unité qui décide. Les émissions de gaz à effet de serre, la pollution d'un fleuve, les maladies transmissibles et la stabilité électrique ignorent les frontières administratives. Une décision purement locale peut alors transférer ses coûts à d'autres personnes qui n'ont aucun moyen de participer.

Le deuxième critère est la rareté. Certaines capacités sont tellement coûteuses, spécialisées ou peu fréquentes que leur duplication détruirait les ressources qu'elles cherchent à fournir. Un accélérateur de particules, une usine de production de certains

vaccins, un centre de transplantation, un supercalculateur ou une réserve stratégique de composants critiques ne peut être installé dans chaque territoire. La mutualisation n'est pas ici un choix idéologique mais une économie de moyens et de compétences.

Le troisième critère est l'égalité. Certains droits perdent leur sens s'ils dépendent entièrement du lieu. Une commune pauvre ne devrait pas offrir un niveau inférieur de soins urgents, d'éducation fondamentale ou de protection sociale uniquement parce que sa base fiscale est faible. Une grande échelle sert alors à garantir un plancher commun et à organiser la péréquation.

Le quatrième critère est l'interconnexion. Un réseau électrique, ferroviaire ou numérique n'est pas une simple addition d'unités locales. Les éléments doivent utiliser des normes, des calendriers, des règles de sécurité et des interfaces compatibles. Plus le système est interdépendant, plus une partie du contrôle doit être coordonnée au niveau où les interactions se produisent.

Aucun de ces critères n'impose une centralisation complète. Une fonction peut être garantie nationalement, exécutée localement et auditée par une institution indépendante. Un réseau peut avoir des standards européens et une propriété publique ou coopérative distribuée. L'échelle du droit, de la propriété, de l'exploitation et du contrôle n'est pas nécessairement la même.

2. Commun mondial, service public, fédération transnationale : trois institutions différentes

Trois formes doivent rester distinctes. Un commun mondial organise l'accès et la préservation d'une ressource ou d'une connaissance dont aucun État ne peut légitimement revendiquer seul la maîtrise. Un service public garantit un droit ou une infrastructure par des obligations juridiques et des ressources stables. Une fédération transnationale coordonne des acteurs autonomes autour d'une fonction précise qui traverse les frontières.

Ces régimes peuvent se superposer sans se confondre. Une base scientifique peut être un commun financé publiquement ; un réseau électrique peut être exploité par plusieurs opérateurs sous

règles communes ; un médicament peut rester breveté tout en étant soumis à des licences destinées à garantir l'accès. Le chapitre 12 a établi la logique fédérale générale ; ici, la question est de choisir quelle forme institutionnelle correspond à chaque bien de grande échelle.

3. Science ouverte : la connaissance comme capacité commune

La science possède une propriété économique particulière : une idée peut être utilisée par plusieurs personnes sans être consommée par son usage. Cela ne signifie pas que la recherche est gratuite. Laboratoires, équipements, données, personnel et évaluation coûtent énormément. Mais la rareté se trouve principalement dans les capacités de produire et de vérifier la connaissance, pas dans la copie d'un article ou d'un jeu de données.

La Recommandation de l'UNESCO sur la science ouverte, adoptée en 2021, constitue le premier cadre mondial de ce type. Elle définit l'ouverture au-delà du seul accès aux publications : données, logiciels, matériels, ressources éducatives, infrastructures ouvertes, participation de la société et coopération internationale. L'UNESCO insiste également sur la réduction des écarts de connaissance et de technologie entre pays.

Cette architecture répond directement au problème de grande échelle. Un territoire n'a pas besoin de reproduire toutes les recherches ; il a besoin d'accéder aux résultats, aux méthodes, aux données et aux outils nécessaires pour apprendre, contrôler et adapter. L'ouverture transforme donc une infrastructure scientifique concentrée en capacité distribuée.

Mais la science ouverte doit être financée. Si l'on exige que tout soit gratuit à l'usage tout en laissant les universités payer seules les infrastructures, on déplace simplement le coût. Les modèles peuvent combiner budgets publics, consortiums internationaux, financements de recherche, dépôts institutionnels et obligations d'ouverture attachées aux subventions.

L'ouverture ne signifie pas publication immédiate de toute donnée. Vie privée, sécurité, savoirs autochtones, risques biologiques ou secrets légitimes peuvent exiger des restrictions. La règle est plutôt que la fermeture doit être justifiée par un risque identifiable, non devenir le défaut automatique parce qu'un acteur possède juridiquement le fichier.

4. Étude de cas : le CERN, grande infrastructure et commun scientifique

Le CERN fournit un exemple presque idéal de fonction qui doit rester à grande échelle. Les accélérateurs de particules, détecteurs et infrastructures de calcul nécessitent des investissements qu'aucune université locale ne pourrait raisonnablement dupliquer. L'organisation est aujourd'hui gouvernée par vingt-cinq États membres, qui contribuent à son budget et siègent au Conseil chargé des décisions importantes.

La concentration de l'équipement n'implique pourtant pas une fermeture de la connaissance. Le CERN Open Data Portal diffuse une part croissante des données produites par les expériences, accompagnées de logiciels et de documentation. Les ressources sont publiées selon des standards de préservation et de science ouverte, avec licences ouvertes et identifiants persistants permettant leur citation.

Le portail distingue plusieurs niveaux de données, depuis les compléments aux publications jusqu'à des données reconstruites et des environnements permettant des analyses scientifiques complètes. Cette gradation est politiquement intéressante : l'ouverture peut être organisée selon les contraintes techniques et de confidentialité plutôt que réduite à un choix binaire entre tout ouvrir et tout fermer.

Le CERN montre ainsi une combinaison institutionnelle robuste : équipement rare et concentré, financement international, gouvernance interétatique, communauté scientifique distribuée, résultats et données rendus progressivement réutilisables. La grande infrastructure devient un bien commun lorsqu'elle ne

transforme pas sa rareté matérielle en monopole durable sur la connaissance.

La limite reste réelle. L'accès à des données ouvertes ne donne pas à toutes les universités les mêmes capacités de calcul, de formation ou de recrutement. La science ouverte réduit une barrière ; elle n'abolit pas les inégalités de ressources. C'est pourquoi la politique du commun scientifique doit inclure formation, infrastructures de calcul partagées et soutien aux institutions moins dotées.

5. Ressources éducatives ouvertes : garantir la capacité d'apprendre

La connaissance scientifique reste peu utile si les ressources pédagogiques nécessaires pour la comprendre sont captives de manuels, licences ou plateformes coûteuses. Les ressources éducatives ouvertes prolongent donc logiquement la science ouverte. Cours, manuels, exercices, simulations et supports peuvent être publiés sous des licences permettant adaptation et traduction.

L'avantage à grande échelle est évident. Une ressource produite par une université peut être adaptée par un lycée, traduite dans une autre langue ou intégrée à une formation professionnelle. L'investissement initial devient cumulatif au lieu d'être recommencé dans chaque établissement.

Mais la ressource ouverte ne remplace pas l'enseignant. Il faut éviter le fantasme selon lequel la mise en ligne d'un contenu supprimerait le besoin de pédagogie, d'accompagnement et d'institutions. L'ouverture augmente la capacité des enseignants et apprenants ; elle ne transforme pas l'éducation en consommation de fichiers.

Les financements publics devraient donc exiger plus souvent que les ressources produites avec de l'argent public soient réutilisables, sauf justification contraire. Le droit d'auteur peut subsister : les licences ouvertes organisent précisément les conditions de réutilisation sans nier l'attribution ni l'intégrité de l'œuvre.

6. Médicaments essentiels : quand la propriété intellectuelle rencontre un droit vital

La santé montre la tension la plus forte entre innovation et accès. La recherche pharmaceutique coûte cher et comporte beaucoup d'échecs. Les brevets donnent une période d'exclusivité qui peut faciliter le financement de l'innovation. Mais un médicament n'est pas un bien ordinaire lorsque l'absence d'accès signifie maladie grave ou mort.

L'OMS définit les médicaments essentiels comme ceux qui répondent aux besoins prioritaires de santé des populations et considère qu'ils doivent être disponibles en quantité suffisante, sous des formes adaptées, avec qualité garantie et à des prix abordables. Plus de cent cinquante pays utilisent des listes nationales inspirées de la liste modèle de l'OMS.

Le droit international reconnaît explicitement que la propriété intellectuelle ne doit pas empêcher les politiques de santé. La Déclaration de Doha de 2001 sur l'accord ADPIC affirme que celui-ci peut et doit être interprété de manière à soutenir le droit des membres de l'OMC de protéger la santé publique et de promouvoir l'accès aux médicaments. Elle confirme le droit de chaque membre d'accorder des licences obligatoires et de déterminer les motifs de ces licences.

Une licence obligatoire n'abolit pas nécessairement le brevet. Elle permet à un gouvernement d'autoriser une utilisation sans le consentement du titulaire sous certaines conditions, avec rémunération adéquate. Les règles de l'OMC prévoient également un mécanisme spécifique permettant l'exportation vers des pays ne disposant pas de capacités suffisantes de fabrication.

La grande échelle joue donc plusieurs rôles : financement de recherche fondamentale, normes de qualité, achats groupés, capacités industrielles, stocks, partage de données, brevets et mécanismes de licence. Aucun territoire local ne peut créer seul cette architecture.

7. Étude de cas : licences obligatoires et Medicines Patent Pool

La licence obligatoire est souvent présentée comme une expropriation exceptionnelle. Juridiquement, le système est plus précis. L'accord ADPIC permet son usage sous conditions, et la Déclaration de Doha a confirmé que les États disposent d'une liberté pour déterminer les motifs justifiant l'autorisation. En situation d'urgence ou pour certains usages publics, l'exigence de négociation préalable peut être assouplie selon les règles applicables.

À côté de ce mécanisme contraignant existe une autre institution : le Medicines Patent Pool. Créé pour améliorer l'accès à des traitements prioritaires, il négocie des licences volontaires avec des titulaires de brevets puis accorde des sous-licences à des fabricants capables de produire des versions abordables. Le modèle a d'abord concerné notamment le VIH et l'hépatite C, puis s'est étendu à d'autres technologies de santé.

Ces deux instruments répondent à des situations différentes. La licence volontaire fonctionne lorsque le titulaire accepte un accord suffisamment large et que le marché peut être organisé autour de plusieurs fabricants. La licence obligatoire reste une garantie lorsque la négociation échoue ou que l'urgence de santé publique l'exige.

La politique intellectuelle devrait donc être graduée : financement public de recherche avec conditions d'accès ; licences volontaires ; achats et négociations groupées ; transparence des coûts lorsqu'elle est possible ; puis licence obligatoire comme mécanisme de dernier recours ou de pression. Le brevet cesse ainsi d'être traité comme un droit absolu ou, à l'inverse, comme une institution qu'il suffirait d'abolir.

Le critère du chapitre 15 s'applique : quel gain d'innovation dépend réellement de l'exclusivité, pour combien de temps, avec quel coût d'accès et quelles possibilités de substitution ? Une politique sérieuse doit examiner chaque classe de technologie plutôt qu'utiliser un slogan général sur la propriété intellectuelle.

8. Veille épidémiologique : aucune frontière locale ne protège d'une propagation

La surveillance des maladies transmissibles est une fonction typiquement transnationale. Les signaux peuvent apparaître dans un hôpital local, mais leur interprétation dépend de données accumulées ailleurs. Une flambée devient visible lorsqu'on relie laboratoires, médecins, séquençage, statistiques et alertes internationales.

La grande échelle ne doit pourtant pas absorber les systèmes locaux. Le centre reçoit des données, établit des standards de déclaration, coordonne des laboratoires de référence et diffuse des alertes ; les services locaux conservent la connaissance des cas, des comportements et des capacités de terrain. Une surveillance centralisée sans réseau local produit des chiffres tardifs ; un système local sans coordination mondiale manque les signaux émergents.

La pandémie de Covid-19 a montré à la fois la nécessité d'un partage rapide des informations et les conflits sur les données, les équipements, les vaccins et les chaînes d'approvisionnement. La leçon n'est pas de créer un ministère mondial de la santé doté de tous les pouvoirs, mais de rendre certaines obligations de notification, certains standards de données et certaines capacités de réponse suffisamment robustes avant la crise.

Les infrastructures de séquençage, de production de vaccins et de diagnostic devraient également être redondantes entre grandes régions. La concentration extrême d'une capacité essentielle crée une vulnérabilité mondiale même lorsque le producteur est très efficace en temps normal.

9. Capacité industrielle redondante : l'efficacité ne doit pas supprimer toute réserve

Le raisonnement économique ordinaire cherche à concentrer la production là où elle est la plus efficace. Pour certains biens essentiels, cette optimisation peut devenir dangereuse. Si quelques sites produisent une substance active, un vaccin, un transformateur électrique ou un composant médical critique, une

panne, une guerre ou une interdiction d'exportation peut interrompre le service dans plusieurs pays.

La réponse n'est pas de produire chaque bien dans chaque État. Il faut définir les catégories stratégiques puis organiser une redondance suffisante entre plusieurs zones, avec stocks et capacité de montée en charge. Une partie de cette capacité restera sous-utilisée en temps normal ; son coût doit être interprété comme une assurance.

Cette logique est différente du protectionnisme. L'objectif n'est pas de privilégier automatiquement le producteur national, mais d'éviter un point de défaillance unique. Deux ou trois régions capables de produire un bien et des contrats de solidarité peuvent être plus résilients qu'une autonomie nationale complète.

Les appels d'offres publics peuvent intégrer cette valeur de résilience au lieu de choisir uniquement le prix le plus bas. Une offre légèrement plus chère peut être préférable si elle conserve une capacité de production indispensable ou garantit plusieurs sites indépendants.

10. Réseau électrique : la grande échelle comme condition de stabilité

Le chapitre 8 a montré l'intérêt d'une production distribuée. Mais une multiplication de producteurs locaux ne rend pas le réseau électrique local. L'électricité circule selon les lois physiques et les interconnexions ; équilibre, fréquence, réserves et incidents doivent être coordonnés à de grandes échelles.

ENTSO-E réunit actuellement quarante gestionnaires de réseaux de transport de trente-six pays. Sa mission est d'assurer le fonctionnement sécurisé et coordonné du système européen interconnecté. L'organisation dispose d'un mandat juridique européen et travaille sur les codes de réseau, la planification, l'adéquation, la transparence et la coordination régionale.

Le cas est instructif parce que l'infrastructure reste distribuée entre opérateurs nationaux tandis qu'une partie des règles est commune. ENTSO-E ne possède pas toutes les lignes européennes.

Il coordonne des opérateurs qui doivent respecter des obligations compatibles pour qu'un réseau continental fonctionne.

Les interconnexions permettent de mutualiser la variabilité et les réserves : un déficit dans une zone peut être compensé par une autre, et les différences de vent, soleil, hydraulique ou consommation peuvent être partiellement lissées. Mais cette intégration crée aussi des dépendances. Une panne majeure ou une mauvaise coordination peut se propager. La fédération doit donc investir dans la sécurité, la redondance, les capacités régionales et le fonctionnement dégradé.

La leçon générale est que la production peut être distribuée tout en exigeant une infrastructure commune forte. Décentraliser la propriété de certaines centrales n'abolit ni les normes ni l'ingénierie systémique.

11. Étude de cas : synchronisation balte et réseau européen

En 2025, l'Estonie, la Lettonie et la Lituanie ont synchronisé leurs systèmes électriques avec la zone synchrone d'Europe continentale. ENTSO-E présente cette opération comme l'un des événements majeurs de l'année. Le changement ne consistait pas simplement à construire une ligne : il fallait coordonner réseaux, protections, réserves, fréquence et procédures entre plusieurs gestionnaires.

Cet exemple montre que la souveraineté énergétique n'est pas nécessairement l'isolement. Les États baltes ont cherché à réduire une dépendance géopolitique tout en approfondissant une autre interconnexion, fondée sur des règles européennes et des infrastructures partagées. L'autonomie réelle consiste ici à pouvoir choisir le réseau dans lequel on s'insère et les garanties de gouvernance qui l'accompagnent.

La coopération demande également un mécanisme de compensation pour les flux transfrontaliers et une planification des investissements. Les coûts d'un réseau ne correspondent pas exactement à la frontière où l'électricité est consommée. Une

grande infrastructure oblige donc à construire une comptabilité et une solidarité interterritoriales.

Le réseau continental ne doit pas devenir une justification pour empêcher les micro-réseaux, communautés énergétiques ou autonomes temporaires. Au contraire, une architecture robuste combine grand réseau et capacités locales de secours. Les deux échelles réduisent des vulnérabilités différentes.

12. Rail : une infrastructure dont l'interopérabilité vaut autant que la voie

Le ferroviaire illustre une autre forme de commun à grande échelle. Une ligne locale peut être exploitée territorialement, mais un réseau national ou européen exige signalisation, gabarits, sécurité, information voyageurs, billetterie, droits des passagers, horaires et maintenance compatibles.

L'histoire européenne montre le coût de systèmes développés selon des standards nationaux divergents : différences de signalisation, alimentation électrique, procédures et parfois gabarits. L'interopérabilité demande donc des standards qui dépassent chaque opérateur.

Cette normalisation ne signifie pas qu'un seul organisme doit exploiter tous les trains. Infrastructure, services régionaux, grande vitesse et fret peuvent être répartis entre plusieurs acteurs, à condition que l'accès et les interfaces soient gouvernés. La question politique porte alors sur la propriété du réseau, les péages, les investissements et la continuité des lignes moins rentables.

Le service ferroviaire constitue également un cas d'égalité. Les territoires peu denses ne peuvent pas toujours financer seuls une liaison essentielle. La péréquation nationale ou régionale transforme le rail en service de réseau plutôt qu'en addition de lignes rentables indépendantes.

13. Infrastructure numérique publique : le commun n'est pas un super-fichier

Les administrations dépendent désormais d'identités numériques, de registres, de paiements, de messagerie, de données géographiques et d'échanges automatisés. Si chaque service achète une plateforme incompatible, l'État devient dépendant de multiples fournisseurs. Si toutes les données sont fusionnées dans une base centrale unique, la concentration du pouvoir et le risque de sécurité augmentent.

Une infrastructure numérique publique peut suivre une troisième voie : standards communs, composants réutilisables, données maintenues par les autorités responsables et couche d'échange sécurisée. Le but est de rendre les systèmes capables de communiquer sans créer une base universelle ni imposer un logiciel identique à toutes les administrations.

Les logiciels publics devraient également être pensés comme des actifs durables. Lorsque plusieurs collectivités paient séparément pour des fonctions identiques, une base logicielle ouverte peut mutualiser le développement et permettre plusieurs prestataires de maintenance. L'ouverture du code n'est pas suffisante : il faut documentation, gouvernance, financement et communauté de contributeurs.

La grande échelle sert ici à définir les interfaces et à mutualiser certains composants ; l'exécution peut rester distribuée. Cette architecture reproduit, dans le numérique, la logique d'un réseau ferroviaire ou électrique : compatibilité commune, opérateurs multiples, règles de sécurité et capacité de contrôle.

14. Étude de cas : X-Road, coopération numérique sans base centrale

L'Estonie fournit un exemple particulièrement clair avec X-tee, anciennement appelé X-Road dans son usage national. L'Information System Authority le décrit comme une couche d'échange permettant à des systèmes d'information indépendants de partager des données de manière sécurisée. Les données restent sous le contrôle de leurs propriétaires ; la plateforme

organise l'échange, l'authentification, l'autorisation, la journalisation et le chiffrement.

La technologie X-Road a été développée conjointement par l'Estonie, la Finlande et désormais l'Islande au sein du Nordic Institute for Interoperability Solutions. Le code source a été publié et son développement repose sur des composants ouverts. L'Estonie et la Finlande ont également fédéré leurs couches d'échange afin de permettre des services transfrontaliers sans fusionner leurs registres.

Ce cas est important parce qu'il réfute l'idée qu'un service numérique commun exige une « superbase ». La fédération porte sur le protocole de confiance et les règles d'échange. Chaque institution conserve la responsabilité de sa base de données.

L'ouverture du code améliore la possibilité d'audit et réduit la dépendance à un fournisseur unique, mais elle ne supprime pas le besoin d'une autorité de sécurité, de mises à jour, de certificats et de règles d'accès. Un logiciel ouvert sans institution de maintenance peut devenir plus vulnérable qu'un système propriétaire bien administré.

X-Road illustre donc une forme mature de commun numérique : infrastructure partagée, code inspectable, standards communs, responsabilité distribuée et coopération transfrontalière limitée à une fonction précise.

15. Standards ouverts : la compatibilité comme bien commun

Les standards rendent compatibles des systèmes indépendants : formats de document, protocoles réseau, interfaces industrielles ou règles de connexion. Lorsqu'ils sont réellement ouverts, ils réduisent le coût de sortie, facilitent la concurrence entre fournisseurs et permettent de remplacer un composant sans reconstruire tout le système.

L'ouverture doit cependant être vérifiée. Une spécification peut être publiée tout en restant verrouillée par des brevets coûteux ou une gouvernance dominée par quelques acteurs. Le critère n'est donc pas seulement l'accès au texte du standard, mais la possibilité

réelle de l'implémenter, de participer à son évolution et de conserver plusieurs fournisseurs. Le chapitre 12 a montré la fonction fédérale des standards ; le présent chapitre précise pourquoi ils constituent une infrastructure commune de grande échelle.

16. Portabilité : le droit de partir sans perdre son histoire

La portabilité transforme un droit abstrait de sortie en capacité réelle. Un patient qui change de système de santé, une entreprise qui change de logiciel ou une personne qui quitte une plateforme doit pouvoir récupérer ses données dans un format exploitable.

La portabilité ne signifie pas que tous les systèmes doivent être identiques. Elle exige un noyau commun : formats, métadonnées, identifiants et procédures. La fédération peut imposer ce noyau tout en laissant chaque opérateur développer des services différents.

Les coûts de migration doivent être traités dès le contrat. Sans cela, la première économie réalisée à l'achat peut devenir une rente de dix ans pour le fournisseur. La portabilité est donc une politique de concurrence mais aussi une politique de souveraineté institutionnelle.

Dans les services publics, elle protège également la continuité. Une administration qui change d'outil ne doit pas perdre l'accès à ses propres archives ni reconstruire manuellement des milliers de dossiers.

17. Climat : un commun atmosphérique sans propriétaire

Le climat constitue le cas paradigmatique d'une externalité mondiale. Aucun territoire ne peut protéger seul une atmosphère dont les gaz se mélangent. Une politique locale ambitieuse est nécessaire mais insuffisante si d'autres émissions continuent d'augmenter.

Cela ne signifie pas qu'une autorité mondiale doit décider de chaque politique énergétique. L'accord international peut fixer

objectifs, méthodes de comptabilisation, mécanismes de transparence et financements, tandis que les États et territoires choisissent des trajectoires différentes.

Le problème de l'exécution reste réel. Les accords environnementaux disposent rarement d'un pouvoir coercitif comparable à celui d'un État. Leur force vient de la réciprocité, de la réputation, du droit interne, de la finance, des mécanismes commerciaux, de l'information et de la capacité des acteurs à se surveiller mutuellement.

La gouvernance du climat ressemble donc davantage à une fédération incomplète qu'à un gouvernement mondial. Elle fonctionne lorsque des obligations communes sont traduites dans des institutions nationales, des normes industrielles, des budgets, des financements et des décisions judiciaires.

La limite du système actuel est évidente : les engagements peuvent rester insuffisants ou non respectés. Le problème ne prouve pas que seule une souveraineté mondiale fonctionnerait ; il montre que les mécanismes d'exécution, de financement et de révision doivent être plus forts que de simples promesses.

18. Biodiversité : protéger des continuités qui dépassent le foncier local

La biodiversité pose une difficulté différente. Les habitats sont locaux mais les espèces, migrations, bassins et chaînes écologiques traversent les frontières. Une commune peut protéger une zone humide tout en perdre sa fonction si le corridor écologique ou le bassin qui l'alimente est détruit ailleurs.

La grande échelle doit donc garantir des objectifs de conservation, des données, des corridors et des règles minimales, tandis que la gestion concrète peut être territoriale. Les connaissances locales sont souvent indispensables pour comprendre les usages et les conflits.

La biodiversité exige également un partage des coûts. Une région qui protège une forêt, une zone humide ou une espèce peut renoncer à certaines recettes au bénéfice d'un ensemble plus large. Une solidarité nationale ou internationale doit rémunérer

cette fonction sans transformer le territoire en gardien passif soumis à des décisions externes.

Les mécanismes de conservation doivent donc associer droit commun, financement, participation territoriale et suivi scientifique. La protection devient un service écologique commun plutôt qu'une simple interdiction locale.

19. Bassins écologiques : la fonction doit suivre la géographie matérielle

Les bassins versants montrent pourquoi les frontières politiques ne suffisent pas. Les décisions d'amont affectent l'aval, les pollutions circulent et les barrages modifient plusieurs territoires. Une gouvernance de bassin doit donc relier les administrations concernées selon l'écologie réelle.

Le chapitre 12 a étudié la Commission internationale pour la protection du Rhin comme exemple de fédération fonctionnelle. Ici, le point important est le classement : l'eau d'un grand bassin doit rester commune à l'échelle où ses flux se rencontrent. Une commune peut gérer son réseau d'eau potable ; elle ne peut gouverner seule la qualité du fleuve qui l'alimente.

Cette logique peut être étendue aux nappes, littoraux, pêcheries ou massifs forestiers. Le périmètre pertinent est celui où les effets se propagent et où une action collective peut les modifier.

La grande échelle écologique n'efface pas les droits locaux. Les décisions doivent inclure collectivités, usagers, agriculteurs, scientifiques et associations. Mais aucun acteur ne peut revendiquer une souveraineté complète sur une ressource qui circule physiquement chez les autres.

20. Garanties universelles : les droits ne peuvent dépendre de la richesse locale

Un système décentralisé sans solidarité peut produire une géographie des droits : territoires riches avec meilleurs soins, écoles ou transports, territoires pauvres réduits à administrer leur pénurie. Certaines garanties doivent donc être définies et financées à une échelle plus large que le lieu d'exécution.

Le niveau commun fixe un plancher et organise la péréquation ; les territoires peuvent ensuite adapter les procédures et dépasser ce niveau. L'égalité porte sur le service garanti, non sur l'uniformité administrative. Le chapitre 12 a posé la logique de solidarité fédérale ; ici, elle prend une fonction précise : empêcher que l'autonomie locale devienne le droit de recevoir moins lorsqu'on vit dans un territoire moins riche.

21. Financer les comuns de grande échelle

Les comuns mondiaux et les infrastructures transnationales souffrent souvent d'un problème de financement : chacun bénéficie du service et peut être tenté de laisser les autres payer. Il faut donc des contributions obligatoires ou suffisamment stabilisées par des traités, budgets publics et engagements de long terme.

Plusieurs bases sont possibles : population, revenu, émissions, usage, capacité fiscale, bénéfices reçus ou combinaison de ces facteurs. Le CERN repose principalement sur les contributions de ses États membres. Un réseau électrique répartit les coûts selon des règles de tarification et de compensation. Les fonds climatiques utilisent des principes différents et restent politiquement contestés.

Le financement doit éviter deux injustices. La première serait de faire payer de manière identique des acteurs dont les responsabilités ou capacités sont très différentes. La seconde serait de donner automatiquement davantage de pouvoir politique à celui qui paie le plus. Contribution et représentation ne doivent pas être confondues.

Une partie des biens comuns mondiaux peut également être financée par des prélèvements liés aux externalités qu'ils corrigent : carbone, extraction, transactions ou rentes de monopole. Le prélèvement crée alors une source de revenu proportionnelle à l'usage du système ou au dommage produit.

La stabilité compte davantage que le montant ponctuel. Une infrastructure scientifique ou sanitaire ne peut recruter des

experts si son budget dépend chaque année d'une conférence de donateurs incertaine.

22. Propriété intellectuelle : distinguer création, diffusion et rente

La propriété intellectuelle regroupe des objets différents : brevets, droit d'auteur, bases de données, secrets, marques. Les traiter comme un bloc conduit à de mauvaises politiques. Le brevet organise une exclusivité temporaire sur une invention ; le droit d'auteur protège une expression ; le secret protège une information non divulguée. Les fonctions sociales ne sont pas identiques.

La question politique est de savoir quelle exclusivité est nécessaire à la création et quelle fermeture devient une rente. Dans certains secteurs, le brevet joue un rôle important dans l'investissement privé. Dans d'autres, l'innovation est largement financée par la recherche publique, les effets de réseau ou les services associés. Une politique uniforme est donc peu défendable.

Plusieurs outils permettent de réduire la rente sans supprimer l'incitation : durée limitée, exceptions, licences obligatoires, pools de brevets, engagements de licences équitables pour des standards, prix à l'innovation, marchés publics, financement direct de recherche et obligations d'ouverture sur les résultats financés publiquement.

Pour les biens essentiels, le seuil d'exigence doit être plus élevé. Une exclusivité peut être acceptée si elle ne bloque pas l'accès ; sinon les mécanismes de licence deviennent légitimes. Le droit de propriété reste un moyen institutionnel, non une finalité supérieure au service qu'il devait aider à produire.

23. Objection : les communs mondiaux n'ont aucun mécanisme d'exécution

L'objection est réelle : un commun mondial sans institution peut devenir un simple idéal. Lorsqu'un acteur bénéficie d'un climat stable, d'une base scientifique ou d'une ressource partagée sans obligation de contribution, la défection reste possible.

La coopération à grande échelle doit donc être adossée à des mécanismes concrets : traités, budgets, obligations de transparence, droit interne, normes de marché, sanctions, suspension ou juridictions selon la fonction. L'exécution n'exige pas nécessairement un centre souverain unique. Plusieurs institutions peuvent se contrôler mutuellement, à condition que les conséquences d'un manquement soient réelles et prévisibles.

24. Objection : ouvrir les connaissances réduira l'investissement

Une exclusivité peut financer l'innovation lorsque les coûts de développement sont élevés et la copie peu coûteuse. Ouvrir tout immédiatement pourrait donc réduire certains investissements privés. Il faut prendre cette objection au sérieux.

Mais le lien entre fermeture et innovation n'est pas uniforme. Une grande part de la science fondamentale est déjà financée publiquement ; les chercheurs tirent rarement leur revenu des droits sur leurs articles. Dans le logiciel, les modèles ouverts peuvent être financés par services, intégration, matériel ou soutien public. Dans le médicament, les licences peuvent préserver une rémunération tout en élargissant l'accès.

La bonne question n'est donc pas « ouvert ou fermé ? » mais « quelle période, quel champ d'exclusivité et quel mécanisme de financement sont nécessaires ? ». Pour certaines données scientifiques, l'ouverture immédiate après validation maximise la recherche. Pour une molécule coûteuse à développer, une exclusivité contrôlée peut être utile. Pour un standard essentiel, un brevet bloquant peut être destructeur.

L'ouverture doit être reliée à un financement explicite. Exiger l'ouverture tout en supprimant les budgets publics revient simplement à demander aux institutions de produire gratuitement. Un commun stable a besoin d'une économie, pas seulement d'une licence.

25. Objection : les standards publics seraient moins innovants

Un standard commun peut figer une interface. Si toute modification exige des années de négociation, une technologie plus performante peut être retardée. Les organismes de normalisation connaissent ce problème.

La solution consiste à séparer l'interface stable et l'innovation interne. Internet s'est développé précisément parce que des protocoles communs permettent des innovations nombreuses au-dessus d'eux. Un rail normalisé peut accueillir plusieurs matériels ; un format de document ouvert peut être produit par plusieurs logiciels.

Les standards peuvent aussi prévoir des versions, extensions et périodes de transition. L'innovation devient alors compatible avec la continuité. L'objectif n'est pas de choisir une technologie une fois pour toutes mais d'empêcher qu'une nouveauté impose une rupture générale sans bénéfice suffisant.

Enfin, l'absence de standard n'est pas synonyme d'innovation : elle peut simplement signifier que chaque fournisseur invente une incompatibilité destinée à enfermer ses clients. La diversité utile doit être distinguée de la fragmentation captive.

26. Objection : la coordination mondiale exige un centre fort

Plus le problème est mondial, plus un centre unique paraît séduisant : il pourrait fixer les règles, répartir les ressources et sanctionner les défections. Mais un tel centre général serait extrêmement difficile à quitter, contester ou équilibrer.

La solution défendue ici reste celle des compétences fonctionnelles : une institution climatique pour le climat, une organisation sanitaire pour certaines alertes, des réseaux électriques pour leur coordination, des institutions scientifiques pour la recherche. Le chapitre 12 a établi pourquoi la fédération doit limiter ses compétences ; le présent chapitre applique ce principe aux biens communs de grande échelle. La coordination

mondiale demande des institutions fortes dans leur fonction, pas un pouvoir général sur toutes les autres.

27. Une grille de répartition entre échelles

Les chapitres 13 et 14 peuvent être résumés par quelques questions. Une fonction peut-elle être produite ou maintenue localement sans coût disproportionné ? Si oui, rapprocher au moins une partie de la capacité. Ses effets dépassent-ils le territoire ? Si oui, coordonner à l'échelle des externalités. Une ressource rare rend-elle la duplication absurde ? Mutualiser. L'égalité exige-t-elle un plancher commun ? Garantir le droit et la péréquation à grande échelle.

La compatibilité entre systèmes exige-t-elle des interfaces communes ? Établir des standards ouverts. Un droit de propriété bloque-t-il l'accès à un service essentiel ? Prévoir licence, achat ou partage. Enfin, le niveau supérieur peut-il être limité à une fonction identifiable et révisable ? Si ce n'est pas le cas, le risque de centralisation devient lui-même un coût. La méthode multicritère générale du chapitre 15 servira ensuite à évaluer les techniques mobilisées dans chacune de ces options.

28. Une architecture commune pour le XXI^e siècle

On peut maintenant dessiner une architecture cohérente. Les territoires reconstruisent des capacités de proximité : alimentation, maintenance, énergie distribuée, ateliers, savoirs et décision. Les États garantissent droits sociaux, redistribution, grandes infrastructures, politique industrielle, recherche et sécurité. Des fédérations transnationales coordonnent réseaux, bassins, standards, santé, climat et certains approvisionnements.

Les communs scientifiques et numériques circulent entre ces niveaux. Une donnée produite localement peut alimenter une recherche mondiale ; un logiciel ouvert développé internationalement peut être adapté par une administration locale ; une norme européenne peut permettre à plusieurs ateliers de fabriquer des pièces compatibles.

La propriété suit également plusieurs formes. Certaines infrastructures doivent rester publiques ; d'autres peuvent être coopératives ; certaines connaissances doivent être ouvertes ; certains brevets peuvent subsister avec obligations de licence ; certaines ressources naturelles demandent des régimes de gouvernance partagée.

Le principe politique est de dissocier taille et souveraineté. Une infrastructure peut être immense sans que son opérateur décide de toutes les finalités sociales. Un commun peut être mondial sans abolir les communautés locales. Une garantie peut être universelle sans imposer une procédure identique partout.

La grande échelle devient alors une capacité de soutien : elle protège ce qui doit être commun, finance ce que le local ne peut assumer, maintient des standards et coordonne les interdépendances. Elle cesse d'être un argument automatique pour retirer la décision à ceux qui vivent les conséquences.

29. Bilan : ce qui doit rester commun

Ce qui doit rester commun à grande échelle peut maintenant être nommé. D'abord, les connaissances dont la circulation augmente la capacité collective : science, données de recherche, ressources éducatives et standards essentiels. Ensuite, certaines infrastructures rares ou interconnectées : grands réseaux électriques et ferroviaires, capacités scientifiques, santé spécialisée, veille épidémiologique et une partie des infrastructures numériques.

Doivent également rester communes les garanties : droits sociaux, accès aux médicaments essentiels, protections fondamentales et mécanismes de péréquation. Enfin, les problèmes dont les effets dépassent toute frontière locale — climat, biodiversité, bassins, pandémies, certaines chaînes stratégiques — exigent des institutions transnationales.

Le CERN montre qu'une grande infrastructure peut ouvrir ses résultats. X-Road montre qu'un système numérique commun peut éviter la base centrale unique. Le droit de l'OMC sur la santé montre que la propriété intellectuelle peut être limitée lorsque

l'accès vital l'exige. ENTSO-E montre qu'un réseau continental peut être coordonné par une fédération d'opérateurs sans propriétaire unique de tout le système.

Ces exemples ne prouvent pas que les institutions actuelles sont suffisantes. Ils montrent que la grande échelle ne prend pas une seule forme. La question n'est pas « local ou global ? » mais : quelle fonction, quel droit, quelle ressource, quelle interdépendance, quel mécanisme d'exécution et quel contrôle ?

Les chapitres 13 et 14 forment ainsi une paire. Le premier rapproche ce dont l'éloignement nous rend impuissants. Le second maintient en commun ce que la proximité seule ne peut garantir. Le chapitre 15 peut alors évaluer les technologies mobilisées par cette architecture, et le chapitre 16 organiser la transition permettant de la construire sans transformer la population en objet administré.

Approfondissements

A. La redondance internationale comme bien public

Une chaîne d'approvisionnement résiliente ne cherche pas seulement le coût minimal. Elle maintient plusieurs capacités indépendantes, parfois sous-utilisées. Cette redondance peut être financée par des achats publics garantis, des contrats de capacité ou des stocks tournants. Le bénéfice n'appartient pas à une seule entreprise : il protège l'ensemble du système. Il doit donc être traité comme un service collectif plutôt que comme une inefficacité à éliminer.

B. L'ouverture doit inclure les outils de vérification

Publier un résultat sans fournir les données, le code ou la documentation nécessaires à sa vérification produit une ouverture faible. Dans la mesure où les contraintes de sécurité et de confidentialité le permettent, les communs scientifiques devraient inclure les environnements permettant de reproduire l'analyse. Le CERN Open Data Portal va précisément dans cette direction en associant données, logiciels et documentation.

C. Une garantie universelle peut être produite localement

Il faut distinguer niveau de garantie et lieu de production. L'État peut garantir un droit national à une consultation médicale tandis que les centres de santé sont communaux, associatifs ou coopératifs. La grande échelle finance, définit le plancher et organise le recours ; l'organisation reste locale. Cette séparation permet de conserver l'égalité sans imposer une administration uniforme.

D. Les communs numériques ont besoin de responsables

Le terme « open source » peut masquer une dépendance envers quelques mainteneurs bénévoles. Lorsqu'un logiciel devient critique pour l'administration, son financement et sa gouvernance doivent être institutionnalisés. Une infrastructure numérique commune a besoin de responsables identifiés, de budgets, d'audits, de plans de sécurité et de succession. L'ouverture permet la reprise ; elle ne remplace pas l'organisation.

E. Le test d'échelle doit être périodique

Une fonction peut changer d'échelle avec la technique. Le calcul autrefois réservé aux centres nationaux peut devenir local ; une nouvelle interconnexion peut rendre nécessaire une coordination plus large. Les institutions devraient donc réexaminer périodiquement les motifs de leur échelle : externalité, rareté, égalité, complexité. Une administration ne doit pas conserver une compétence uniquement parce qu'elle l'a historiquement reçue.

Notes et références du chapitre 14

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, édition révisée, 1912. Le chapitre conserve son intuition d'une articulation entre capacités locales et coopération élargie sans lui attribuer les institutions contemporaines présentées ici.

2. UNESCO, *Recommandation de l'UNESCO sur une science ouverte*, 2021. La recommandation constitue le premier cadre normatif mondial de ce type et

inclut publications, données, logiciels, matériels, ressources éducatives, infrastructures ouvertes et participation sociale.

3. UNESCO, portail « Open Science », consulté en 2026. L'organisation indique que la Recommandation a été adoptée par l'ensemble des États membres et vise une science plus accessible, inclusive et équitable.

4. CERN, « Our Member States », 2026. Le CERN compte vingt-cinq États membres ; ceux-ci contribuent aux coûts et sont représentés au Conseil responsable des décisions importantes de l'Organisation.

5. CERN Open Data Portal, « About ». Le portail diffuse des données issues des expériences, accompagnées de logiciels et de documentation, sous licences ouvertes et avec identifiants DOI.

6. CERN Open Data Portal, documentation sur les niveaux de données. Les niveaux vont des compléments aux publications aux données reconstruites et environnements permettant des analyses scientifiques complètes.

7. Organisation mondiale de la Santé, « Essential medicines », 26 janvier 2026. L'OMS définit les médicaments essentiels comme ceux qui répondent aux besoins prioritaires et qui doivent être disponibles, abordables et de qualité garantie ; plus de 150 pays disposent de listes nationales fondées sur la liste modèle.

8. OMS, The selection and use of essential medicines, 2025: WHO Model List of Essential Medicines, 24th list. La liste sert de guide adaptable aux priorités et systèmes nationaux.

9. Organisation mondiale du commerce, Déclaration sur l'accord sur les ADPIC et la santé publique, WT/MIN(01)/DEC/2, 14 novembre 2001. Elle affirme que l'accord ADPIC doit être interprété de manière favorable à la protection de la santé publique et à l'accès aux médicaments.

10. OMC, « TRIPS and public health: compulsory licensing ». La Déclaration de Doha confirme que les membres peuvent accorder des licences obligatoires et déterminer les motifs de leur octroi, sous les conditions prévues par l'accord.

11. OMC, décision du 30 août 2003 et amendement de l'accord ADPIC entré en vigueur le 23 janvier 2017, mécanisme permettant l'exportation de médicaments produits sous licence obligatoire vers des pays ne disposant pas de capacités suffisantes.

12. Medicines Patent Pool, présentation institutionnelle consultée en 2026. Le MPP négocie des licences volontaires et organise des sous-licences pour améliorer l'accès à des médicaments et technologies de santé prioritaires.

13. OMS, « Prequalification of health products », 11 juin 2026. Le programme de préqualification évalue qualité, sécurité, efficacité et performance de produits destinés notamment aux achats internationaux.

14. ENTSO-E, « Mission Statement » et « About », consultés en 2026. L'association réunit quarante gestionnaires de réseau de transport de trente-six pays et possède un mandat juridique européen pour la coordination du système interconnecté.

15. ENTSO-E, « Official Mandates ». Les missions incluent codes de réseau, planification des infrastructures, adéquation, transparence et coopération transfrontalière.
16. ENTSO-E, Annual Report 2025, publié le 1er juin 2026. Le rapport présente notamment la synchronisation de l'Estonie, de la Lettonie et de la Lituanie avec la zone synchrone d'Europe continentale en 2025.
17. ENTSO-E, « Power Regions ». Les gestionnaires européens travaillent depuis des décennies sur la coordination régionale des réseaux interconnectés ; l'organisation rappelle qu'un réseau national ne peut être exploité sans coordination avec ses voisins.
18. Règlement (UE) 2019/943 sur le marché intérieur de l'électricité et textes européens connexes relatifs à la coopération entre gestionnaires de réseau de transport.
19. RIA – Estonian Information System Authority, « Data exchange layer X-tee », 2026. X-tee est une couche d'échange sécurisée permettant à des systèmes indépendants de partager des données en conservant la responsabilité des bases sources.
20. RIA, « The source code for the X-Road Center was published as FOSS », 10 octobre 2016. Le code de la solution centrale a été publié sous licence MIT dans le cadre de la coopération Estonie-Finlande.
21. RIA, « Finland's and Estonia's data exchange layers connected to one another », 9 février 2018. Les deux pays ont fédéré leurs couches d'échange afin de permettre des requêtes transfrontalières sans fusionner les registres.
22. RIA, « Estonia and Finland to develop the X-road together », 18 novembre 2016. Les deux États ont créé le Nordic Institute for Interoperability Solutions pour développer conjointement X-Road.
23. Nordic Institute for Interoperability Solutions, documentation X-Road et gouvernance du développement ouvert. Référence utilisée pour la distinction entre logiciel ouvert, écosystème et responsabilité institutionnelle.
24. Internet Engineering Task Force, principes et RFC relatifs aux standards Internet ouverts. Référence générale pour les standards ouverts et l'interopérabilité ; le chapitre ne suppose pas que tout processus de normalisation soit démocratique par nature.
25. World Wide Web Consortium, principes de standards ouverts et recommandations du Web. Utilisés pour illustrer le rôle d'interfaces communes pouvant être implémentées par plusieurs fournisseurs.
26. Union européenne, cadres d'interopérabilité et exigences de portabilité des données dans la législation numérique. Références mobilisées pour distinguer compatibilité, accès et droit de sortie.
27. Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques et Accord de Paris, 2015. Le chapitre les utilise comme exemple de coordination mondiale fondée sur objectifs, transparence et mise en œuvre nationale plutôt que sur un gouvernement mondial unique.

28. Convention sur la diversité biologique, 1992, et Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal, 2022. Références pour les engagements communs de conservation et leur mise en œuvre dans plusieurs niveaux politiques.
29. Commission internationale pour la protection du Rhin, Convention pour la protection du Rhin, 1999. Référence reprise du chapitre 12 pour le classement des bassins comme fonctions transfrontalières.
30. Conseil de l'Europe, Charte européenne de l'autonomie locale. Utilisée pour rappeler qu'une garantie de grande échelle peut coexister avec des compétences locales et un droit de recours.
31. Elinor Ostrom, *Governing the Commons*, Cambridge University Press, 1990, et *Understanding Institutional Diversity*, Princeton University Press, 2005. Mobilisée pour la diversité des institutions et l'importance de règles adaptées à l'échelle des ressources.
32. Charlotte Hess et Elinor Ostrom (dir.), *Understanding Knowledge as a Commons*, MIT Press, 2007. Référence pour le traitement de la connaissance comme commun, avec attention portée aux institutions et non à la seule absence de propriété.
33. Joseph E. Stiglitz, « Knowledge as a Global Public Good », dans Inge Kaul, Isabelle Grunberg et Marc Stern (dir.), *Global Public Goods*, Oxford University Press / UNDP, 1999. Référence classique sur la non-rivalité de la connaissance et les problèmes de financement.
34. Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, documents sur licences, brevets et mécanismes de transfert de technologie. Référence juridique générale ; les conclusions politiques du chapitre sont celles de l'ouvrage.
35. Organisation mondiale de la Santé, documents relatifs à la surveillance épidémiologique, aux Règlements sanitaires internationaux et aux capacités de préparation. Utilisés pour le besoin de coordination transfrontalière et de capacités nationales complémentaires.
36. Organisation mondiale de la Santé, Règlement sanitaire international (2005), amendé selon les procédures applicables. Référence aux obligations de notification et de capacités sanitaires transfrontalières.
37. Union internationale des chemins de fer et Agence de l'Union européenne pour les chemins de fer, documents sur l'interopérabilité et les spécifications techniques européennes. Références pour la distinction entre exploitation locale et standards communs.
38. Union européenne, directives et règlements relatifs à l'interopérabilité du système ferroviaire. Ils fournissent le cadre juridique des spécifications techniques et de la compatibilité transfrontalière.
39. UNESCO, Recommandation sur les ressources éducatives libres, 2019. Référence pour les ressources pédagogiques ouvertes, leur adaptation et leur diffusion.

40. Organisation de coopération et de développement économiques, travaux sur les infrastructures numériques publiques, l'interopérabilité et les biens publics mondiaux. Utilisés comme sources comparatives, non comme validation d'une architecture unique.

LE CRITÈRE POLITIQUE DE LA TECHNIQUE

Une technologie n'est jamais seulement un moyen plus efficace : elle distribue aussi du pouvoir, du temps, des compétences, des risques et des dépendances.

Une société industrielle choisit sans cesse des techniques, mais elle discute rarement de ce choix comme d'une décision politique complète. Une collectivité remplace des autobus, un hôpital achète un logiciel, une administration automatise un contrôle, une entreprise robotise une ligne, un bailleur change un système de chauffage. Le débat se concentre alors sur le prix, la performance, le délai ou la réduction d'émissions. Ces critères sont indispensables, mais ils ne disent pas qui pourra réparer le nouveau système, quelles compétences disparaîtront, quelles données seront accumulées, qui supportera les erreurs, comment le gain de temps sera distribué ni si l'on pourra revenir en arrière.

La technique n'est donc pas neutre au sens institutionnel. Cela ne signifie pas qu'un marteau, un logiciel ou une turbine possèdent une intention politique. Cela signifie que leur conception, leur propriété, leur maintenance et leur mode d'usage rendent certaines distributions de capacité plus probables que d'autres. Une architecture centralisée peut exiger un fournisseur unique. Une interface ouverte peut permettre plusieurs mainteneurs. Un système automatique peut supprimer une tâche pénible tout en augmentant la surveillance. Une machine plus efficace peut réduire l'énergie par unité mais augmenter suffisamment le volume total pour annuler une partie du gain.

Le problème n'est pas de produire une morale abstraite de la « bonne technologie ». Il faut une méthode de décision. Le chapitre initial proposait onze questions : pénibilité, autonomie, auditabilité, réparabilité, données, compétences, cycle de vie, partage du gain de productivité, exclusion, suffisance et réversibilité. Ces questions restent utiles, mais une liste ne suffit

pas. Que faire lorsqu'une technologie réduit fortement les émissions tout en renforçant une dépendance industrielle ? Comment comparer une solution très réparable mais moins efficace avec une solution performante et propriétaire ? Une minorité exposée à un risque grave peut-elle être sacrifiée parce que la moyenne est positive ? Et qui doit trancher lorsque les ingénieurs, les travailleurs, les usagers et les habitants ne hiérarchisent pas les critères de la même manière ?

Ce chapitre transforme donc le critère politique de la technique en procédure. Il ne cherche pas un score universel. Il construit une grille multicritère, distingue les seuils non négociables des arbitrages possibles, formalise la place de l'expertise et des personnes affectées, puis organise l'essai, le suivi, la révision et le retrait. L'objectif n'est pas de ralentir toute innovation. Il est d'empêcher qu'un achat, un contrat ou une urgence technique ne décide silencieusement de la structure du pouvoir pour les dix ou vingt années suivantes.

1. Pourquoi la productivité ne suffit pas

La productivité mesure une relation entre une production et des ressources mobilisées. Dans une entreprise, elle peut signaler qu'une même quantité de travail permet de produire davantage ; dans l'énergie, qu'un équipement transforme plus efficacement une ressource ; dans l'administration, qu'un dossier est traité plus vite. Il serait absurde de rejeter ce critère. Une société qui gaspille du temps, de l'énergie ou des matériaux au nom d'une pure préférence pour les anciennes méthodes ne devient pas plus libre.

Mais la productivité ne dit rien, à elle seule, de la destination du gain. Une automatisation qui fait gagner deux heures par jour peut réduire le temps de travail, augmenter la qualité du service ou permettre davantage de formation. Elle peut aussi supprimer des postes, accroître les objectifs individuels et intensifier le rythme jusqu'à consommer exactement le temps libéré. La même performance technique correspond alors à deux organisations sociales opposées.

Le même problème apparaît avec le coût. Une solution moins chère à l'achat peut imposer dix années de licences, pièces captives et services propriétaires. Le prix initial est bas parce qu'une partie du coût est reportée sur l'exploitation future. Une autre technologie peut demander un investissement supérieur mais rester maintenable localement pendant trente ans. Sans analyse de la trajectoire complète, le prix transforme une dépendance future en économie présente.

Enfin, la productivité ignore les externalités qui ne figurent pas dans la comptabilité du décideur : temps d'attente transféré aux usagers, travail gratuit de saisie, extraction minière, risques psychosociaux, perte de savoir-faire, vulnérabilité à une panne globale ou effets sur une minorité. Le premier principe méthodologique est donc simple : aucun indicateur d'efficacité ne doit être traité comme une mesure suffisante du progrès technique.

2. La première question : quel besoin cherche-t-on réellement à satisfaire ?

Une évaluation commence avant la technologie. Elle doit formuler le besoin en termes de service rendu. « Acheter des voitures électriques » est déjà une solution. Le besoin peut être « permettre des déplacements fiables avec moins d'émissions ». « Installer une IA de tri » est déjà une solution ; le besoin peut être « réduire les délais de traitement sans dégrader les droits ». Cette reformulation ouvre l'espace des alternatives.

La différence est politique. Lorsque l'organisation commence par le produit proposé, elle compare surtout plusieurs fournisseurs du même produit. Lorsqu'elle commence par la fonction, elle peut comparer une technologie nouvelle, une modification organisationnelle, une solution plus simple ou même l'abandon d'une activité devenue inutile. Les analyses du GIEC sur les transports rappellent précisément que la décarbonation ne repose pas seulement sur la substitution technologique mais sur une combinaison d'électrification, d'efficacité, de réduction de la demande et de réseaux de transport collectif multimodaux.

Le besoin doit également être quantifié sans être réduit à un chiffre. Combien de personnes sont concernées ? à quels moments ? avec quelles contraintes d'accessibilité ? quelle qualité minimale ? quelle continuité de service ? quelle marge de croissance faut-il réellement prévoir ? Les hypothèses de demande sont souvent l'endroit où se cache la décision la plus importante. Une infrastructure surdimensionnée crée ensuite sa propre justification : puisqu'elle existe, il faut l'utiliser.

La procédure impose donc une alternative dite de suffisance : quelle est la solution la plus simple capable d'atteindre le niveau de service jugé nécessaire ? Cette solution n'est pas automatiquement gagnante. Elle sert de référence. Toute sophistication supplémentaire doit pouvoir expliquer ce qu'elle apporte réellement.

3. Six familles de critères au lieu de onze questions dispersées

Les onze questions initiales peuvent être organisées en six familles afin d'éviter une checklist où chaque case serait cochée sans relation avec les autres. Première famille : utilité et qualité du service. La technique répond-elle au besoin, avec quelle fiabilité et quelles limites ? Deuxième : pouvoir et dépendances. Qui possède l'infrastructure, les données, les licences, les pièces, le savoir de maintenance et la capacité d'arrêter le système ?

Troisième famille : travail, temps et compétences. Quels gestes pénibles disparaissent ? quelles nouvelles tâches apparaissent ? le rythme s'intensifie-t-il ? quelles compétences sont conservées ou détruites ? qui reçoit le temps libéré ? Quatrième : matière, énergie et cycle de vie. L'évaluation doit suivre extraction, fabrication, transport, utilisation, maintenance et fin de vie plutôt que le seul fonctionnement. L'ISO 14044 formalise justement les phases d'une analyse de cycle de vie : objectif et champ, inventaire, évaluation des impacts, interprétation, rapport et revue critique.

Cinquième famille : droits, justice et sécurité. Qui risque d'être exclu, discriminé, surveillé ou exposé ? Existe-t-il un recours humain ? Les personnes peuvent-elles refuser lorsque le service

est essentiel ? Les risques sont-ils distribués de la même manière que les bénéfices ? Sixième famille : réversibilité, modularité et capacité de reprise. Peut-on tester à petite échelle ? changer de fournisseur ? revenir à une procédure manuelle ? réparer un composant ? migrer les données ? arrêter le système sans effondrer le service ?

Cette organisation permet une comparaison structurée. Elle ne produit toujours pas un verdict automatique. Deux technologies peuvent être meilleures chacune sur trois familles différentes. C'est précisément le but : rendre le conflit visible plutôt que le cacher derrière un chiffre.

4. Pourquoi un score unique serait une fausse précision

La tentation est forte d'attribuer une note de zéro à cinq à chaque dimension, puis de calculer une moyenne pondérée. Cette méthode semble rationnelle parce qu'elle permet de classer immédiatement les options. Elle peut être utile comme outil exploratoire, mais elle devient trompeuse dès qu'elle prétend résoudre le choix. Une réduction de 20 % des émissions et une augmentation du risque de discrimination ne sont pas deux quantités naturellement commensurables. Les additionner suppose déjà une théorie politique de leur valeur.

Le problème devient plus grave avec les pondérations. Qui décide que l'autonomie vaut 15 %, le climat 30 %, le coût 25 % et les droits 10 % ? Une pondération peut être légitime si elle exprime publiquement une priorité, mais elle ne doit pas disparaître dans une formule technique. Le score n'élimine pas le jugement ; il le rend moins visible.

La méthode proposée utilise donc trois outils différents. Premier outil : des seuils. Certains critères peuvent fonctionner comme des conditions minimales. Une technologie illégale, présentant un risque de sécurité non maîtrisé ou supprimant tout recours dans une décision affectant un droit essentiel peut être rejetée avant calcul des autres avantages. Deuxième outil : la dominance. Si une option fournit un service équivalent en

consommant moins de ressources, avec moins de dépendance et sans coût supplémentaire majeur, elle domine l'autre sur les critères observés.

Troisième outil : la matrice d'arbitrage. Lorsque les avantages sont réellement contradictoires, la décision doit nommer ce qui est sacrifié, par qui et pourquoi. On peut choisir une solution plus chère pour préserver la réparabilité, ou une solution plus centralisée parce qu'elle réduit un risque vital. Ce choix peut être défendable. Ce qui ne l'est pas, c'est de prétendre qu'une moyenne mathématique l'a rendu neutre.

5. Réversibilité, modularité et dépendance au fournisseur

La réversibilité n'exige pas qu'une décision puisse être annulée sans coût. Elle exige qu'une organisation puisse corriger sa trajectoire sans devenir captive : changer de fournisseur, migrer ses données, remplacer un composant, fonctionner en mode dégradé ou revenir temporairement à une procédure antérieure. La modularité, les interfaces documentées et les clauses contractuelles de sortie rendent cette capacité concrète.

La dépendance doit être cartographiée avant l'achat : qui diagnostique une panne, qui fournit les pièces, qui contrôle les licences, le firmware ou les données, et existe-t-il un acteur capable de reprendre ? Le chapitre 9 a développé la réparabilité et le chapitre 14 les standards ; ici, ces dimensions deviennent des critères d'évaluation. Une intégration propriétaire peut être retenue si son gain justifie le coût de sortie, mais ce coût doit être explicite plutôt que découvert après le déploiement.

6. Compétences humaines et capacité de reprise

Une technologie peut fonctionner parfaitement en régime normal et devenir dangereuse lorsqu'elle échoue si plus personne ne sait reprendre la fonction. Il faut donc préserver non chaque geste ancien, mais les savoirs nécessaires pour détecter une anomalie, comprendre le contexte, vérifier une sortie et fonctionner en mode dégradé.

Le chapitre 10 a traité la question générale des compétences. Dans l'évaluation technique, la question est plus ciblée : après l'introduction du système, qui comprend encore assez le processus pour dire qu'il se trompe et agir sans attendre le fournisseur ? Si cette capacité disparaît, l'organisation a perdu une autonomie réelle même lorsque la performance moyenne a augmenté.

7. Travail pénible, intensification et partage du temps

L'automatisation doit être évaluée sur le travail réellement supprimé, pas sur la tâche mise en avant dans la présentation commerciale. Un robot peut retirer un port de charge pénible tout en ajoutant maintenance, surveillance, manutention périphérique ou contrôle de cadence. Un logiciel peut automatiser la saisie mais imposer davantage d'indicateurs et de vérifications. Une IA peut rédiger un brouillon et transformer le salarié en correcteur permanent de contenus produits plus vite.

L'Organisation internationale du travail définit la gestion algorithmique comme l'usage de procédures programmées pour coordonner le travail ; ses recherches attirent l'attention sur l'organisation du travail, la surveillance, la qualité de l'emploi et les conditions de travail. L'évaluation doit donc intégrer la cadence, l'autonomie, la possibilité de pause, la responsabilité et le travail émotionnel, pas seulement le nombre de tâches automatisées.

Le gain de temps constitue ensuite une décision distributive. Si une technologie réduit de 20 % le temps nécessaire à une activité, quatre utilisations sont possibles : produire 20 % de plus, supprimer une partie de l'effectif, améliorer la qualité ou réduire le temps de travail. Ces usages peuvent être combinés. Mais la technologie ne choisit pas entre eux. L'organisation doit annoncer avant le déploiement comment le gain sera traité.

Ce principe peut prendre une forme institutionnelle : tout projet d'automatisation dépassant un certain seuil devrait comporter un plan de distribution du gain de productivité, négocié avec les travailleurs. Les études récentes de l'OIT et de l'OCDE sur le

dialogue social face à l'IA montrent que la consultation peut modifier la conception et l'usage des systèmes plutôt que seulement compenser leurs conséquences après coup.

8. Cycle de vie, matières et effets rebond

Une technologie dite propre peut déplacer son impact dans l'espace ou dans le temps. L'électricité d'un véhicule n'émet rien au pot d'échappement, mais la fabrication de la batterie, la production d'électricité, l'infrastructure de recharge et la fin de vie appartiennent au système. Une pompe à chaleur efficace peut demander des fluides frigorigènes et une pointe électrique. Un serveur mutualisé peut réduire la consommation par calcul mais encourager une croissance du nombre de calculs.

L'analyse de cycle de vie fournit une discipline utile précisément parce qu'elle oblige à définir le périmètre. L'ISO 14044 exige d'annoncer l'objectif et le champ, de construire l'inventaire, d'évaluer les impacts et d'interpréter les résultats avec leurs limites. L'ACV n'est toutefois pas une réponse politique complète. Deux options peuvent échanger climat, toxicité, ressources, occupation du sol et impacts sociaux. Le choix des catégories et des scénarios reste décisif.

L'effet rebond doit être traité comme une hypothèse de déploiement. Si une solution réduit le coût d'usage, quel accroissement de consommation devient probable ? Une route plus fluide peut attirer de nouveaux trajets ; une climatisation plus efficace peut équiper davantage de surfaces ; un modèle d'IA moins coûteux peut être appelé des milliers de fois plus souvent. Le gain unitaire n'est donc pas le gain total.

La procédure doit comparer au moins trois scénarios : utilisation constante, augmentation plausible de la demande et politiques de maîtrise du volume. Une technique qui n'est écologique que si son usage reste stable doit être accompagnée de règles capables de rendre cette stabilité crédible.

9. Équité d'accès, minorités et personnes captives du système

La moyenne est un mauvais refuge politique. Une technologie peut améliorer le service de 95 % des usagers et rendre la situation catastrophique pour 5 %. Dans un service essentiel, la minorité n'est pas un résidu statistique. Il faut identifier les groupes pour lesquels l'erreur, le coût ou l'exclusion changent de nature : personnes handicapées, non-francophones, ménages sans équipement numérique, travailleurs précaires, habitants éloignés, personnes dont les données historiques sont rares ou biaisées.

L'Union européenne reconnaît cette logique dans son règlement sur l'intelligence artificielle. Pour certains systèmes d'IA à haut risque, l'article 27 impose aux organismes publics et à certaines entités fournissant des services publics une analyse préalable de l'impact sur les droits fondamentaux. Cette analyse doit notamment identifier les catégories de personnes affectées, les risques spécifiques, les mesures de supervision humaine et les mécanismes de plainte ou de recours.

Le critère de captivité est central. Une recommandation musicale imparfaite est facile à ignorer. Un système qui évalue l'accès au logement, à une prestation sociale ou à un emploi place la personne dans une relation asymétrique. Le règlement européen cite précisément la dépendance des personnes à l'égard du résultat et la possibilité réelle d'en sortir parmi les critères de risque. Plus l'utilisateur est captif, plus les exigences d'explication, de recours et de supervision doivent être fortes.

L'évaluation démocratique doit donc réserver une place spécifique aux personnes susceptibles de subir le pire cas plausible. Elles ne sont pas seulement consultées comme groupe d'intérêt : elles fournissent des informations que l'indicateur moyen ne contient pas.

10. La procédure d'évaluation avant déploiement

La méthode peut maintenant être formulée en neuf étapes. Étape 1 : définir le besoin et le niveau de service minimal. Étape 2 : construire au moins trois alternatives, dont une solution de

suffisance et, lorsque cela a un sens, le maintien amélioré de l'existant. Étape 3 : cartographier les personnes affectées, les propriétaires, les mainteneurs, les financeurs et les dépendances.

Étape 4 : documenter les six familles de critères à partir de données, essais, retours d'expérience et incertitudes. Étape 5 : identifier les seuils non négociables — droit, sécurité, continuité minimale, protection des données ou autre condition définie publiquement. Étape 6 : organiser une contre-expertise. Le fournisseur peut présenter sa solution mais ne doit pas être la seule source sur ses effets.

Étape 7 : délibérer sur les arbitrages en distinguant faits, projections et valeurs. Une décision peut privilégier l'urgence climatique au détriment de la solution la moins coûteuse, mais elle doit nommer ce choix. Étape 8 : lorsque l'incertitude reste forte et que le risque est réversible, lancer un pilote limité avec critères d'arrêt définis avant le début. Étape 9 : décider avec conditions : durée du contrat, obligations de données, audit, formation, seuils de performance, révision et sortie.

Cette procédure n'est pas identique pour un tournevis et un système national de prestations sociales. Le niveau d'exigence doit être proportionné au pouvoir de la technique sur les personnes et à l'irréversibilité de l'investissement. L'objectif est d'éviter deux dérives : la bureaucratie qui exige cinquante pages pour toute innovation mineure, et l'exception permanente où tout projet important est déclaré trop urgent pour être évalué.

11. Qui participe à l'évaluation ?

Une technologie importante ne peut être jugée ni par une assemblée où toutes les expertises seraient réputées équivalentes, ni par les seuls ingénieurs qui la conçoivent. Les rôles doivent être distribués : experts techniques pour performances et risques, travailleurs pour l'activité réelle, usagers pour l'accès et les conséquences d'erreur, juristes pour les droits, spécialistes du cycle de vie pour les impacts matériels, responsables financiers pour les coûts dans le temps.

La décision finale appartient à l'institution compétente, mais elle doit assumer publiquement les arbitrages lorsque les critères entrent en conflit. Une contre-expertise indépendante doit être financée pour que participation et audit ne restent pas symboliques. Les chapitres 12 et 13 ont développé les formes de représentation et de contre-expertise ; ici, leur fonction est d'empêcher que l'évaluation soit confondue avec la documentation produite par le fournisseur.

12. Le Canada : l'Algorithmic Impact Assessment comme exemple de procédure publique

Le gouvernement fédéral canadien fournit un cas intéressant d'institutionnalisation d'une évaluation algorithmique. Son outil Algorithmic Impact Assessment est obligatoire dans le cadre de la Directive on Automated Decision-Making. Il repose sur un questionnaire comprenant 65 questions de risque et 41 questions de mitigation, et détermine un niveau d'impact associé à des exigences différentes.

L'intérêt n'est pas de copier le score canadien. Au contraire, notre méthode refuse qu'un nombre final masque les valeurs hétérogènes. L'intérêt est procédural : l'évaluation doit être réalisée avant le déploiement, publiée, actualisée et reliée à des obligations de transparence, de supervision et de recours. Le gouvernement indique également que l'outil a été développé publiquement et mis à disposition sous licence ouverte.

Ce cas montre comment une administration peut transformer une préoccupation éthique générale en étape obligatoire du projet. Il montre aussi la limite de tout questionnaire : une équipe peut apprendre à fournir les réponses attendues. L'existence d'un formulaire ne garantit pas la qualité de l'analyse. La contre-expertise, la publication et le suivi restent nécessaires.

Le meilleur usage d'une grille n'est donc pas de certifier que la technologie est « responsable ». Il est de créer des points où une hypothèse doit être écrite, contestée et éventuellement corrigée.

13. Étude de cas : voiture électrique individuelle ou transport collectif électrifié ?

Prenons un territoire urbain qui veut réduire les émissions de déplacements domicile-travail. Deux programmes sont présentés : subventionner massivement le remplacement des voitures thermiques par des voitures électriques, ou investir prioritairement dans un réseau de transport collectif électrifié, complété par marche, vélo et rabattement. Les deux utilisent l'électricité et peuvent réduire l'usage du pétrole. Une évaluation limitée au moteur électrique pourrait les rapprocher artificiellement.

Sur le climat, la voiture électrique possède un avantage net sur son équivalent thermique dans de nombreux contextes : l'Agence internationale de l'énergie estime qu'une voiture électrique moyenne vendue en 2023 émet sur son cycle de vie environ la moitié d'une voiture conventionnelle équivalente dans son scénario de politiques déclarées. Mais le choix collectif ne s'arrête pas à la comparaison des motorisations. Le nombre de véhicules, leur masse, les batteries, le stationnement, les infrastructures routières et l'occupation de l'espace restent.

Le transport collectif électrifié demande une infrastructure plus concentrée et peut être moins flexible pour certains trajets. Il exige des investissements, une organisation du réseau et une densité suffisante. Mais lorsqu'il transporte beaucoup de personnes, il mutualise véhicule, énergie et espace. Le GIEC insiste sur la combinaison électrification, réduction de la demande et réseaux publics multimodaux plutôt que sur une unique substitution de motorisation.

La grille conduit donc à une décision différenciée. Dans un corridor dense, le transport collectif peut dominer sur matières, espace, accès et consommation par personne, tandis que la voiture électrique reste nécessaire pour certaines zones rurales, handicaps, horaires ou activités professionnelles. Le critère politique évite ainsi deux slogans symétriques : « l'électrique résout le problème » et « la voiture électrique ne sert à rien ». Il

attribue chaque technique au domaine où ses avantages justifient réellement ses coûts.

L'arbitrage montre également l'importance de l'équité. Une subvention à l'achat profite surtout à ceux qui peuvent acheter un véhicule et disposer d'un stationnement ou d'une recharge. Un réseau collectif peut bénéficier aux personnes sans voiture, mais mal desservir les horaires atypiques. La politique la plus robuste combine donc infrastructures collectives, électrification ciblée des véhicules indispensables et alternatives d'accès pour les zones peu denses.

14. Étude de cas : une IA dans un service public

Imaginons qu'une caisse publique souhaite utiliser un système d'IA pour classer les dossiers de demandes d'aide et signaler ceux qui nécessitent un contrôle supplémentaire. L'objectif annoncé est raisonnable : réduire les délais et concentrer les agents sur les situations complexes. La première étape consiste à distinguer plusieurs usages. Une IA qui résume un dossier pour un agent n'a pas le même pouvoir qu'un système qui bloque automatiquement une prestation.

Sur l'utilité, il faut mesurer le délai gagné et le taux d'erreur par type de dossier. Sur le pouvoir, il faut savoir qui possède le modèle, quelles données sortent de l'administration, comment les règles peuvent être auditées et si le fournisseur peut modifier le système. Sur le travail, il faut vérifier si les agents gagnent du temps d'analyse ou deviennent simplement validateurs de décisions opaques. Sur les droits, les faux positifs doivent être étudiés séparément pour les groupes vulnérables.

Le NIST AI Risk Management Framework fournit un vocabulaire de gestion des risques destiné aux organisations qui conçoivent, développent, déploient ou utilisent l'IA. Le règlement européen ajoute, pour certains usages à haut risque dans le secteur public, une analyse d'impact sur les droits fondamentaux avant déploiement. Le Canada exige déjà une évaluation algorithmique pour ses décisions automatisées fédérales. Ces

dispositifs convergent vers une idée : le contexte d'usage compte autant que la performance du modèle.

Notre procédure imposerait donc un pilote en mode conseil uniquement, sans suppression du pouvoir de l'agent ; journalisation des recommandations ; comparaison avec la décision humaine ; audit par groupes ; possibilité de corriger le dossier sans passer par le fournisseur ; mécanisme de plainte ; publication des métriques et des limites ; clause permettant de suspendre le système. Si le gain de temps disparaît lorsque ces garanties sont ajoutées, cela constitue une information politique majeure : la performance commerciale dépendait peut-être précisément de l'absence de protections.

Le choix peut être « oui, mais seulement comme assistance », « oui sous conditions », « non pour cette fonction mais oui pour une autre », ou « non ». La grille refuse le faux dilemme entre adoption enthousiaste et rejet général de l'IA.

15. Étude de cas : réparer ou remplacer une infrastructure ?

Une ville possède une station de pompage d'eau vieillissante. Les moteurs consomment beaucoup d'électricité, certaines pièces deviennent difficiles à trouver et les pannes augmentent. Deux options sont proposées. Option A : remplacer toute la chaîne par un système intégré récent, plus efficace, connecté et couvert par un contrat de maintenance propriétaire. Option B : remplacer moteurs et variateurs, refaire certains tableaux, ajouter une instrumentation ouverte et conserver une partie des équipements existants.

L'option A gagne probablement sur l'efficacité théorique, la garantie initiale et la simplicité d'achat. L'option B réduit les matériaux neufs, conserve des compétences et évite une dépendance totale, mais peut maintenir certains composants vieillissants et demander davantage d'ingénierie locale. Une comparaison de prix sur cinq ans peut favoriser A ; une comparaison sur vingt ans intégrant licences, pièces, migration et possibilité de changement peut modifier le résultat.

La grille commence par les seuils : sécurité sanitaire, continuité de service et disponibilité des pièces critiques. Puis elle compare cycle de vie, consommation, fiabilité, réparabilité, compétences et dépendances. Si B ne peut atteindre le niveau de sécurité ou d'efficacité minimal, la réparation partielle est rejetée. Si elle atteint le besoin avec une consommation proche et une meilleure reprise locale, elle peut être préférée malgré un gain énergétique légèrement inférieur.

Ce cas montre pourquoi « réparer toujours » serait aussi simpliste que « remplacer toujours ». Le critère politique ne sacralise pas l'ancien équipement. Il demande quelle combinaison de renouvellement et de conservation fournit le meilleur service avec des dépendances gouvernables. Parfois, le résultat sera un remplacement complet, mais assorti d'exigences d'interopérabilité et de formation plutôt qu'un contrat fermé.

16. Étude de cas négative : Robodebt et le droit d'arrêter

Le programme australien Robodebt fournit un cas beaucoup plus grave parce que l'automatisation touchait directement des personnes dépendantes de prestations publiques. Mis en œuvre à partir de 2015, le système utilisait notamment des rapprochements de données fiscales et une méthode d'étalement des revenus pour établir ou poursuivre des dettes. Il a fonctionné pendant plusieurs années malgré des alertes juridiques, administratives et humaines.

La Commission royale créée après l'arrêt du programme a conclu en 2023 que Robodebt avait été un mécanisme « crude and cruel », ni juste ni légal, et un échec coûteux de l'administration publique. Le programme a pris fin après que son illégalité fut reconnue à la fin de 2019. La Commission a ensuite recommandé un cadre juridique cohérent pour l'automatisation des services publics, une voie claire de recours, une information publique compréhensible sur l'usage de l'automatisation, l'accès aux règles et algorithmes pour l'expertise indépendante, ainsi qu'un organisme capable de surveiller et auditer ces systèmes.

Ce cas illustre presque tous les critères du chapitre. Les personnes étaient captives du service public ; le pouvoir de contester était asymétrique ; le système déplaçait sur elles la charge de corriger des calculs ; les règles n'étaient pas suffisamment ouvertes à la contestation ; les alertes ne produisaient pas assez vite un arrêt. L'échec n'était donc pas seulement une « mauvaise technologie ». C'était un système socio-technique où droit, automatisation, organisation administrative et rapports de pouvoir se renforçaient.

La leçon la plus importante est le droit d'arrêt. Un pilote n'a de sens que si l'organisation a défini ce qui déclenche sa suspension. Un taux d'erreur, un dommage grave, une décision de justice, l'impossibilité d'auditer ou une rupture de conformité doivent pouvoir interrompre un système sans attendre qu'un scandale politique rende son maintien impossible.

17. Suivi après adoption : l'évaluation commence vraiment avec l'usage

Une étude d'impact préalable ne peut prédire tous les usages. Les salariés contournent des interfaces, les usagers développent de nouvelles pratiques, les fournisseurs modifient le produit, les volumes augmentent et les conditions économiques changent. Une technologie acceptable lors du pilote peut devenir problématique lorsqu'elle est généralisée.

Tout déploiement important doit donc posséder un tableau de bord de suivi qui conserve les dimensions de la grille : performance du service, incidents, répartition des erreurs, temps de travail, intensité, dépendances, coûts réels, consommation de ressources, plaintes, disponibilité des pièces, changements de fournisseur ou de modèle. Les indicateurs doivent être définis avant le déploiement pour éviter de sélectionner après coup ceux qui donnent la meilleure image.

Le suivi doit également enregistrer les « presque accidents » et les réparations informelles. Une organisation peut croire que le système fonctionne parce que les agents corrigent discrètement chaque jour ses erreurs. Si ces corrections ne sont pas comptées, le

travail humain devient un amortisseur invisible qui permet à la technologie de paraître autonome.

La révision doit être périodique et déclenchable. Un audit annuel peut être suffisant pour un équipement stable ; un modèle d'IA fréquemment modifié peut demander des contrôles plus rapprochés. Toute modification substantielle doit être traitée comme une nouvelle version du système, pas comme une continuité automatique de l'autorisation initiale.

18. Le droit d'arrêt, de retour et de révision

Trois capacités doivent être distinguées. Le droit d'arrêt permet de suspendre une technologie lorsqu'un seuil est franchi. Le droit de retour permet de revenir temporairement à une procédure antérieure ou à un mode dégradé. Le droit de révision permet de modifier le système, ses règles ou son périmètre sans reconstruire toute l'infrastructure.

Ces droits doivent être matériels : compétences, documentation, données exportables, procédures et parfois équipements de secours. La sortie peut coûter ; elle ne doit pas devenir impossible de fait. Cette réserve augmente aussi la capacité d'expérimenter, car un pilote est moins risqué lorsqu'un résultat négatif peut réellement conduire à l'arrêt.

19. Objection : une grille multicritère empêchera toute décision

Une procédure trop lourde peut effectivement produire la paralysie. Si chaque choix exige de résoudre simultanément le climat, la justice mondiale, le travail et toutes les incertitudes scientifiques, aucune organisation ne décidera. Le risque est réel.

La réponse est la proportionnalité. Un achat réversible de faible montant peut être évalué en quelques questions. Une infrastructure de trente ans, un système de surveillance ou une automatisation affectant des droits demande une procédure complète. La grille sert à calibrer l'attention sur les conséquences, pas à imposer une bureaucratie uniforme.

La méthode réduit aussi certains délais parce qu'elle traite tôt les objections qui apparaissent sinon après l'achat : incompatibilité, conflit social, coût de licence, exclusion des usagers, problème juridique. Une heure passée avant un contrat peut éviter des mois de correction ensuite.

Enfin, décider vite ne signifie pas décider sans critères. Toute organisation possède déjà des pondérations implicites. La grille les rend discutables. Elle peut donc ralentir la décision visible tout en réduisant les coûts cachés de décisions prises trop vite.

20. Objection : les citoyens ne peuvent pas juger des systèmes complexes

Personne ne peut maîtriser seul une centrale électrique, un modèle d'IA, un réseau ferroviaire et une analyse toxicologique. La démocratie n'exige pas cette omniscience. Elle exige que l'expertise soit organisée de manière à permettre un jugement sur les finalités, les risques et les alternatives.

Un patient n'a pas besoin d'être chirurgien pour dire quels risques il accepte ; un travailleur n'a pas besoin d'écrire le logiciel pour décrire son effet sur la cadence ; un citoyen n'a pas besoin de calculer une ACV pour décider qu'un certain dommage doit rester sous un seuil. Les experts ont une autorité sur les questions factuelles relevant de leur compétence, pas sur la hiérarchie finale des valeurs.

La qualité démocratique dépend donc de la traduction. Les scénarios doivent être présentés avec ordres de grandeur, incertitudes et conséquences concrètes. Les experts contradictoires doivent pouvoir se répondre. Les citoyens doivent disposer du temps de comprendre. La mauvaise alternative n'est pas démocratie ou expertise, mais expertise gouvernée ou expertise souveraine.

Certaines décisions peuvent rester déléguées à des autorités techniques indépendantes, notamment la sécurité. Mais leur mandat, leurs méthodes et leurs seuils doivent être publics et contestables. Une société complexe a besoin de spécialistes ; elle

n'a pas besoin de transformer la spécialisation en droit de gouverner.

21. Objection : le secret industriel empêche l'audit

Un fournisseur peut légitimement protéger secrets de fabrication, propriété intellectuelle, cybersécurité ou données sensibles. Mais le secret ne peut pas signifier absence d'audit. Plusieurs niveaux d'accès sont possibles : information publique sur fonctions et incidents, inspection confidentielle par des experts indépendants, accès renforcé pour le régulateur.

Ces droits doivent être définis avant l'achat. Lorsqu'aucune vérification indépendante n'est possible alors que le dommage potentiel est grave, l'opacité devient elle-même un motif de non-adoption. Le droit de propriété du fournisseur n'emporte pas un droit automatique à être utilisé dans une fonction publique essentielle.

22. Objection : l'urgence écologique impose de déployer avant d'évaluer

La crise climatique exige des transformations rapides. L'argument selon lequel toute procédure retarde l'action possède donc une force particulière. Mais l'urgence ne rend pas toutes les solutions équivalentes. Un déploiement massif mal conçu peut enfermer pendant vingt ans une infrastructure matérielle, créer une opposition sociale ou consommer des ressources rares qui manqueront à une solution meilleure.

L'évaluation rapide doit alors changer de forme. On peut utiliser des standards pré-évalués, des marchés publics avec clauses ouvertes, des pilotes parallèles, des revues accélérées et des données de terrain déjà disponibles. Il est possible de décider en semaines sur certains critères sans renoncer au suivi et au droit d'arrêt.

L'urgence justifie parfois un risque supérieur lorsqu'un dommage imminent est établi. Mais ce risque doit être explicitement assumé. Une autorisation temporaire peut être donnée avec date d'expiration et obligation d'audit. La logique

ressemble à celle du chapitre précédent sur les pouvoirs de crise : accélérer n'autorise pas à rendre l'exception permanente.

L'urgence écologique renforce même certains critères. Plus le changement est rapide, plus la réversibilité, la réparabilité, la formation et la justice deviennent importantes, car les erreurs seront reproduites à grande échelle. L'évaluation n'est donc pas l'ennemie de la vitesse ; elle est une technique permettant d'éviter que la vitesse devienne verrouillage.

23. Une fiche d'évaluation politique de la technique

La méthode peut être condensée en une fiche : quel besoin et quel niveau de service ? quelles alternatives, y compris une solution de suffisance ? qui possède, contrôle, audite et maintient ? que deviennent travail, temps et compétences ? que montre le cycle de vie ? qui bénéficie, qui supporte les risques et qui peut contester ? comment arrêter, réparer, migrer ou revenir ?

Puis viennent les seuils non négociables, les incertitudes, le pilote éventuel, l'arbitrage assumé, les conditions contractuelles, le suivi et les déclencheurs d'arrêt. Cette fiche n'est ni un label ni une certification morale. Une même technique peut être acceptable dans un contexte et mauvaise dans un autre. Son rôle est de rendre visible le prix politique d'un gain de service avant que ce prix ne soit enfermé dans l'infrastructure.

24. Bilan du chapitre

Une politique de la technique commence lorsqu'on cesse de demander seulement « est-ce que ça marche ? » pour demander aussi « que devient notre capacité après l'avoir adopté ? ». Cette capacité est matérielle, cognitive, institutionnelle et politique. Elle comprend le droit de comprendre, réparer, contester, maintenir, quitter et redistribuer les gains.

La productivité reste un critère, mais elle rejoint le cycle de vie, les compétences, la justice, la dépendance et la réversibilité. Aucun score unique ne peut absorber ces valeurs sans cacher une pondération. La décision doit donc utiliser des seuils, comparer les

alternatives, rendre les arbitrages publics et documenter les incertitudes.

Les cas examinés montrent que la méthode ne conduit pas toujours vers la technologie la plus petite ou la plus ouverte. Elle peut soutenir une infrastructure collective de grande échelle, une IA d'assistance ou un remplacement complet lorsque les exigences de sécurité et de service le justifient. Elle refuse seulement que cette nécessité soit présumée avant l'examen.

Robodebt montre le prix d'une autre méthode : automatiser d'abord, contester ensuite, laisser les personnes affectées supporter la charge et attendre que le droit ou le scandale impose l'arrêt. La technologie devient alors un moyen d'accélérer une organisation déjà injuste.

Le chapitre suivant peut maintenant utiliser cette grille non pour juger une machine isolée, mais pour construire une transition entière. La question sera de savoir comment fermer, transformer, financer et redistribuer des activités sous contrainte écologique sans fabriquer un peuple administré par ceux qui possèdent les modèles, les infrastructures et les critères d'évaluation.

Approfondissements

A. Ne pas confondre risque et incertitude

Un risque est souvent représenté par une probabilité et une conséquence. L'incertitude peut être plus profonde : on ignore la distribution, les mécanismes ou même certaines catégories de dommage. Une technologie nouvelle doit donc documenter ce qui n'est pas connu. Lorsque l'incertitude porte sur un dommage potentiellement irréversible, la réversibilité du déploiement prend davantage de poids. Inversement, une incertitude faible sur un dommage mineur ne justifie pas nécessairement un moratoire. Le principe de précaution n'est pas une interdiction générale de l'innovation ; il est une règle de proportion entre incertitude, gravité et capacité de correction.

B. L'alternative « ne rien faire » n'est jamais gratuite

La comparaison doit inclure les coûts du statu quo. Refuser une technologie médicale peut maintenir des erreurs humaines ; retarder une rénovation énergétique peut prolonger une consommation élevée ; conserver un équipement ancien peut augmenter les pannes. Le critère politique serait biaisé s'il examinait sévèrement chaque risque de la nouveauté tout en traitant l'existant comme neutre. L'option de référence doit donc être décrite avec les mêmes familles de critères.

C. L'innovation par le besoin plutôt que par l'offre

Une grande partie de l'innovation institutionnelle commence par un produit disponible : le fournisseur présente une solution puis l'organisation cherche où l'utiliser. La méthode inverse la séquence. Elle publie le besoin, les contraintes et les critères avant de choisir la technique. Cette logique peut orienter la commande publique vers des objectifs fonctionnels et permettre à plusieurs types de solutions de concourir, y compris des solutions organisationnelles ou moins sophistiquées.

D. Documenter les désaccords

Le rapport final d'évaluation ne devrait pas fabriquer un consensus artificiel. Lorsqu'un syndicat, une association d'usagers ou un expert indépendant estime qu'un risque reste sous-évalué, son argument peut être annexé à la décision. Cette mémoire du désaccord permet de réexaminer rapidement le choix si les événements futurs lui donnent raison. La minorité n'obtient pas automatiquement un veto, mais elle n'est pas effacée par le procès-verbal majoritaire.

E. Les critères doivent suivre la technologie après son achat

Une organisation apprend souvent beaucoup au moment de l'acquisition puis perd cette vigilance lorsque le système devient ordinaire. Pourtant, les fournisseurs changent, les équipes se

renouvellent, les mises à jour modifient le logiciel et les usages dérivent. Le dossier d'évaluation doit donc vivre avec l'infrastructure : version, incidents, audits, coût, compétences, dépendances, changements de données et décisions de révision. Une technologie importante sans mémoire documentaire devient progressivement impossible à gouverner.

Notes et références du chapitre 15

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, édition révisée, Londres, Thomas Nelson & Sons, 1912. Le présent chapitre prolonge sa critique de la séparation des fonctions sans lui attribuer une méthode d'évaluation technologique qu'il n'a pas formulée sous cette forme.
2. GIEC, *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*, Working Group III, chapitre 10 « Transport ». Le rapport insiste sur la combinaison de l'électrification, de l'efficacité, de la réduction de la demande et de réseaux multimodaux accessibles.
3. ISO, ISO 14044:2006, *Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines*, norme confirmée en 2022. Elle définit notamment les phases objectif/champ, inventaire, évaluation des impacts, interprétation, rapport et revue critique.
4. Agence internationale de l'énergie, *Global EV Outlook 2024*, section sur les émissions de cycle de vie. L'AIE estime qu'une voiture électrique moyenne vendue en 2023 émet, sur son cycle de vie mondial, environ la moitié d'une voiture thermique équivalente dans son scénario de politiques déclarées.
5. Agence internationale de l'énergie, *Global EV Outlook 2025* et *Global EV Outlook 2026*, pour les tendances de l'électrification, des batteries, de la recharge et de la consommation électrique.
6. Anne de Bortoli, « Environmental performance of shared micromobility and personal alternatives using integrated modal LCA », *Transportation Research Part D*, travaux fondés sur des données parisiennes. L'étude montre notamment que le seul indicateur carbone peut produire une lecture incomplète des impacts environnementaux.
7. National Institute of Standards and Technology, *Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0)*, NIST AI 100-1, 2023. Cadre volontaire et intersectoriel destiné à gérer les risques liés aux systèmes d'IA.
8. NIST, *Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile*, NIST AI 600-1, 2024, mise à jour 2026.
9. Règlement (UE) 2024/1689 sur l'intelligence artificielle, article 27 : analyse d'impact sur les droits fondamentaux pour certains dépoyeurs de systèmes d'IA à haut risque, notamment organismes publics et certaines entités fournissant des services publics.

10. Règlement (UE) 2024/1689, considérants 58, 93 et 96 : risques liés à certains services essentiels, importance du contexte de déploiement, identification des groupes affectés, supervision humaine et mécanismes de plainte.
11. Gouvernement du Canada, Algorithmic Impact Assessment tool, version consultée en 2026. L'outil obligatoire associé à la Directive on Automated Decision-Making comprend 65 questions de risque et 41 questions de mitigation et attribue un niveau d'impact.
12. Gouvernement du Canada, Directive on Automated Decision-Making et Guideline on Service and Digital : exigences relatives à la transparence, à la responsabilité, à la légalité et à l'équité procédurale de l'automatisation administrative.
13. International Labour Organization, Baiocco, Fernandez-Macías, Rani et Pesole, The Algorithmic Management of Work and its Implications in Different Contexts, 2022.
14. Valerio De Stefano, « Negotiating the algorithm: Automation, artificial intelligence and labour protection », ILO Employment Working Paper No. 246, 2018. Le texte souligne le rôle de la régulation collective et des représentants des travailleurs dans la gouvernance des systèmes technologiques au travail.
15. Organisation internationale du travail, Global case studies of social dialogue on AI and algorithmic management, Working Paper 144, 2025. Études de cas sur la manière dont les représentants des travailleurs participent aux décisions liées à l'IA et au management algorithmique.
16. OCDE, « Exploring win-win outcomes of algorithmic management: Lessons from a laboratory experiment on worker consultation », OECD Artificial Intelligence Papers No. 43, 2025. L'expérience montre que la consultation peut modifier la conception d'un outil pour préserver des gains de productivité tout en améliorant certains aspects de la qualité du travail.
17. OCDE, « How widespread is algorithmic management in workplaces? », 2025. Enquête menée dans plusieurs pays sur l'usage d'outils de management algorithmique, les gains perçus et les préoccupations relatives notamment à la responsabilité, à la logique des systèmes et à la santé des travailleurs.
18. OCDE, Recent policy developments on AI in the labour market, OECD Artificial Intelligence Papers No. 63, 24 juillet 2026, pour les politiques récentes sur automatisation, compétences, protection des données, non-discrimination, santé au travail, transparence et dialogue social.
19. Royal Commission into the Robodebt Scheme, Report, Australie, 7 juillet 2023. La Commission qualifie le mécanisme de Robodebt de système grossier et cruel, injuste et illégal, et formule 57 recommandations.
20. Royal Commission into the Robodebt Scheme, recommandations 17.1 et 17.2 : cadre juridique cohérent pour l'automatisation administrative, voie de recours, information publique, accès aux règles et algorithmes pour l'expertise indépendante, et organisme de surveillance/audit.
21. Australian Prime Minister, « Final report of the Royal Commission into the Robodebt Scheme », 7 juillet 2023. Le communiqué rappelle que le programme,

commencé en 2015, a pris fin en 2020 après la reconnaissance de son illégalité à la fin de 2019.

22. Federal Court of Australia, discours du juge Emilios Kyrou, « Mechanisms in the ART Bill to thwart Robodebt-type maladministration », 18 mars 2024. Le texte décrit notamment le passage d'un contrôle humain des divergences à un processus où la charge de contester l'estimation était reportée sur les bénéficiaires.

23. New York City Department of Consumer and Worker Protection, Automated Employment Decision Tools. La Local Law 144 exige notamment un audit de biais récent, la publication d'un résumé des résultats et des notifications avant l'usage de certains outils automatisés d'emploi.

24. New York City Council, Local Law 144 of 2021, pour la définition de l'audit de biais et les obligations relatives aux automated employment decision tools.

25. Organisation internationale du travail, AI systems @ work: a changing psychosocial work environment, Working Paper 170, 2026. Le rapport examine notamment surveillance, autonomie et risques psychosociaux liés aux systèmes d'IA au travail.

26. Elinor Ostrom, Understanding Institutional Diversity, Princeton University Press, 2005. Mobilisée ici pour l'idée qu'une évaluation institutionnelle doit distinguer règles, acteurs, arènes de décision et résultats plutôt que présumer qu'une structure unique produit toujours le même effet.

27. Sheila Jasanoff, The Ethics of Invention: Technology and the Human Future, W. W. Norton, 2016. Référence générale sur la dimension politique et institutionnelle des choix technologiques.

28. Langdon Winner, The Whale and the Reactor: A Search for Limits in an Age of High Technology, University of Chicago Press, 1986. Référence classique sur les propriétés politiques possibles des artefacts et infrastructures ; elle est utilisée comme source de discussion, non comme preuve qu'une technique possède une politique intrinsèque unique.

29. Jacques Ellul, La Technique ou l'enjeu du siècle, Armand Colin, 1954. Référence critique sur l'autonomisation du système technique ; le présent chapitre ne reprend pas son déterminisme mais conserve la question de la capacité des institutions à choisir et réviser.

30. Ivan Illich, Tools for Conviviality, Harper & Row, 1973. Référence pour la notion d'outils compatibles avec l'autonomie des personnes et des communautés, utilisée ici sans en faire un critère suffisant unique.

UNE TRANSITION SANS PEUPLE ADMINISTRÉ

Transformer vite sans transformer la population en objet d'une politique conçue ailleurs.

Une transition écologique peut échouer de deux manières. Elle peut échouer matériellement parce qu'elle ne réduit pas assez vite les émissions, les consommations de ressources ou la destruction des milieux. Elle peut aussi échouer politiquement parce qu'elle impose les coûts de la transformation à ceux qui disposent du moins de pouvoir pour la définir, la financer ou s'y adapter. Dans le premier cas, l'inaction prolonge les dommages. Dans le second, la transition devient une expérience d'administration subie, nourrit la défiance et prépare son propre rejet.

La difficulté vient de ce que la transition ne peut pas être une addition de choix individuels. Les infrastructures énergétiques, les bâtiments, les transports, l'agriculture, l'industrie et l'aménagement du territoire sont des systèmes collectifs. Ils exigent des investissements, des calendriers, des normes, des interdictions, des priorités et parfois des fermetures. Laisser chaque acteur décider seul revient souvent à laisser les structures existantes décider pour lui. Mais confier toute la transformation à un appareil central qui fixe les objectifs, choisit les techniques et distribue les compensations produit un autre problème : la population devient destinataire d'un programme dont elle n'est pas réellement co-auteur.

Le terme « peuple administré » désigne ici cette seconde dérive. Il ne condamne pas l'administration publique, indispensable à toute politique complexe. Il désigne une situation où l'habitant, le travailleur, l'utilisateur ou le territoire est principalement traité comme une variable à déplacer : ménages à convaincre, emplois à reconverter, comportements à corriger, zones à compenser. La décision arrive déjà formée, puis l'on ajoute de la concertation

pour faciliter son acceptation. La participation devient communication.

La proposition de ce livre est différente. Une transition démocratique doit être rapide, planifiée et capable de dire non à certaines activités, mais elle doit aussi distribuer la capacité de décider, de produire, de maintenir et de vérifier. Les chapitres précédents ont fourni les briques : relocalisation sélective, logistique résiliente, plateformes gouvernables, IA sous contrôle, ateliers territoriaux, énergie distribuée, maintenance, éducation polytechnique, communs, fédération et critère politique de la technique. Il reste à les transformer en trajectoire.

Ce chapitre propose cette trajectoire. Il distingue les activités à fermer, réduire, transformer, maintenir et développer ; organise la garantie de revenus, la formation et la reconversion ; donne un rôle institutionnel aux travailleurs et aux territoires ; construit des fonds de transition ; prévoit des assemblées dotées de véritables compétences ; et montre comment articuler planification nationale, expérimentation locale et fédération. Le but n'est pas de dessiner une économie parfaite pour 2050. Il est de rendre les dix prochaines années politiquement praticables sans abandonner l'objectif matériel.

1. La transition juste n'est pas un supplément social à la politique climatique

L'expression « transition juste » est parfois utilisée comme si elle désignait une compensation ajoutée après la décision écologique. On ferme une activité fortement émettrice, puis on cherche combien verser aux salariés et au territoire. Cette séquence est trop tardive. L'Organisation internationale du travail formule depuis 2015 une conception plus large : la transition vers des économies écologiquement soutenables doit intégrer travail décent, protection sociale et dialogue entre gouvernements, travailleurs et employeurs dans la conception même des politiques.

Le GIEC arrive à une conclusion voisine par un autre chemin. Les politiques de réduction de la demande fonctionnent mieux

lorsque l'équité, la confiance et la participation sont élevées. La justice n'est donc pas seulement une contrainte morale ; elle modifie la capacité collective à conduire la transformation. Une population qui pense que les règles sont appliquées de manière arbitraire ou que les bénéfices sont captés par d'autres résistera davantage, parfois même lorsqu'elle reconnaît le problème écologique.

Il faut alors changer la question. Au lieu de demander après coup « comment compenser les perdants ? », il faut demander avant la décision : qui dépend aujourd'hui de cette activité ? quelles compétences peuvent être réutilisées ? quels services risquent de disparaître ? qui possède les actifs ? quelle nouvelle activité peut être créée avant la fermeture ? qui décide du calendrier ? quels revenus sont garantis pendant la période de transition ?

Cette méthode ne supprime pas les pertes. Certaines mines, raffineries, chaudières, équipements ou chaînes de production doivent diminuer ou disparaître. Une transition honnête ne promet pas que chacun conservera exactement le même emploi au même endroit. Elle promet autre chose : personne ne devrait être sommé de supporter seul le coût d'une transformation décidée au nom d'un intérêt collectif.

2. Commencer par une cartographie des fonctions, pas par une liste de secteurs coupables

Les catégories « industrie », « transport », « agriculture » ou « numérique » sont trop larges pour orienter une transition. Une activité peut être fortement émettrice mais socialement indispensable ; une autre faiblement émettrice mais matériellement inutile ; une troisième possède un impact important aujourd'hui mais peut être transformée. La première tâche consiste donc à cartographier les fonctions réellement fournies.

Pour chaque activité, cinq questions sont nécessaires. Quel besoin satisfait-elle ? Existe-t-il une autre manière de fournir ce service ? Quelle quantité est nécessaire pour garantir un niveau de

vie décent ? Quels emplois, savoirs et infrastructures lui sont liés ? Quelle trajectoire physique est compatible avec les contraintes climatiques et matérielles ? Le chapitre 15 ajoute les critères de pouvoir, de dépendance, de réparabilité et de justice.

Cette cartographie permet de distinguer cinq catégories. Premièrement, les activités à développer : rénovation, transports collectifs, soins, réparation, réseaux électriques, formation, production d'équipements bas-carbone, agriculture écologique adaptée aux territoires. Deuxièmement, les activités à maintenir mais transformer : sidérurgie, chimie, ciment, logistique, agriculture mécanisée, industrie automobile ou aviation pour certains usages. Troisièmement, les activités à réduire fortement : usages très carbonés ou matériellement intensifs dont le service peut être fourni autrement.

Quatrièmement, les activités à fermer parce que leur fonction devient incompatible avec la trajectoire et qu'aucune transformation crédible ne suffit. Cinquièmement, les activités à préserver comme capacités de sécurité ou de transition même si leur usage courant diminue. Cette dernière catégorie évite une erreur fréquente : supprimer une compétence trop vite puis devoir la reconstruire dans l'urgence.

Le classement doit rester révisable. Une innovation peut rendre transformable une activité que l'on pensait devoir fermer ; un effet rebond peut au contraire dégrader une solution considérée comme suffisante. La planification devient ainsi une cartographie dynamique et non une liste sacrée de secteurs autorisés et interdits.

3. Planifier des capacités, pas administrer chaque geste

Une planification écologique sérieuse doit fixer des contraintes physiques : émissions, énergie, ressources critiques, rénovation, réseaux, mobilité et capacités productives nécessaires. Elle n'a pas besoin pour autant de décider chaque geste local. Le niveau supérieur définit les limites, les grands investissements et les

droits communs ; les territoires choisissent plusieurs trajectoires compatibles selon leurs conditions.

Cette répartition applique la logique fédérale du chapitre 12. Un budget carbone national peut imposer une contrainte sans prescrire chaque moyen ; une région organise certaines filières et formations ; une commune agit sur urbanisme, bâtiments, mobilité ou réseaux de chaleur. La planification devient oppressive lorsqu'elle remplace toutes les finalités locales par des indicateurs centraux, et impuissante lorsqu'elle annonce seulement une direction sans moyens ni sanctions.

La difficulté réelle est la cohérence des ensembles. Il est absurde d'augmenter le prix des carburants sans alternative de mobilité, d'imposer une rénovation sans filière de travailleurs formés, ou d'annoncer une conversion industrielle sans financement et marchés. Planifier des capacités signifie donc construire les conditions matérielles avant d'exiger que les comportements s'y adaptent.

4. Le calendrier : fermer seulement lorsque l'alternative commence à exister

Une transition peut échouer par mauvais séquençage. Fermer une centrale avant que le réseau, le stockage ou les capacités de remplacement soient prêts peut provoquer une crise énergétique qui renforce politiquement les technologies anciennes. Interdire un véhicule sans organiser la mobilité alternative transforme une politique climatique en restriction sociale. Former des milliers de personnes à un métier « vert » qui n'a pas encore de débouchés produit frustration et gaspillage.

La règle devrait être : construire la capacité avant de retirer la dépendance, sauf lorsqu'un danger immédiat impose une fermeture. Pour les activités prévisibles, le calendrier doit annoncer suffisamment tôt les étapes. Par exemple : date de fin de vente d'un équipement, renforcement des alternatives, soutien à la conversion industrielle, garanties pour les travailleurs, puis réduction progressive.

Cette séquence ne doit pas devenir un prétexte à repousser indéfiniment. Les acteurs installés ont intérêt à prétendre que l'alternative n'est jamais prête. Il faut donc des jalons publics et vérifiables : nombre de logements rénovés, kilomètres de transport, capacités de réseau, nombre de travailleurs formés, disponibilité des pièces, coût d'accès pour les ménages. Lorsque les jalons sont atteints, la réduction prévue s'applique.

À l'inverse, si l'alternative n'est pas prête parce que l'État ou les opérateurs n'ont pas tenu leurs propres engagements, la population ne devrait pas être automatiquement sanctionnée. Le calendrier doit distinguer la responsabilité des usagers et celle des institutions. Une transition démocratique rend les obligations symétriques.

5. Garantie de revenu et sécurité de trajectoire

La peur de perdre son revenu transforme rationnellement un salarié en défenseur d'une activité qu'il sait condamnée. Une politique qui demande à un mineur, un mécanicien ou un ouvrier d'accepter la fermeture de son emploi en échange d'une promesse vague de « nouveaux métiers verts » crée un conflit prévisible. La transition doit donc garantir une trajectoire, pas seulement annoncer des opportunités.

Une garantie de transition pourrait combiner maintien d'une part élevée du revenu pendant une durée déterminée, accès gratuit à la formation, droit au reclassement prioritaire dans les projets financés par la transition, accompagnement géographique lorsque le déplacement est choisi, protection des droits à la retraite et possibilité de réduction du temps de travail en fin de carrière. Pour certaines professions proches de la retraite, une sortie anticipée peut être plus juste qu'une reconversion artificielle.

Le financement de cette garantie relève de la collectivité qui impose la transformation et des entreprises qui ont tiré des revenus de l'activité. Il peut provenir de fonds nationaux, de contributions sectorielles, de recettes carbone, de taxation de rentes ou d'une part des investissements publics. L'objectif n'est pas de rémunérer indéfiniment l'inactivité mais d'éviter que

l'urgence financière force le travailleur à accepter n'importe quel emploi.

La sécurité de trajectoire bénéficie aussi à la transition. Un salarié qui sait qu'il ne perdra pas immédiatement son logement ou sa couverture sociale peut participer plus librement aux choix de reconversion. La garantie de revenu devient ainsi une infrastructure démocratique : elle réduit le pouvoir que la peur économique donne aux entreprises et aux gouvernements dans la négociation.

6. Former avant de fermer : la reconversion comme politique productive

La reconversion ne doit pas être traitée comme la responsabilité individuelle d'un salarié après la disparition de son emploi. Elle est une transformation collective des capacités productives : cartographier les compétences existantes, identifier celles qui sont transférables, créer des formations liées à des projets réels et investir dans les équipements avant la fermeture.

Un mécanicien, un opérateur de raffinerie ou un technicien de maintenance possède des savoirs qui dépassent le poste actuel : diagnostic, sécurité, hydraulique, électricité, procédés continus, logistique. Le chapitre 10 a développé la question générale de l'éducation polytechnique ; ici, la règle de transition est plus simple : la formation doit être financée pendant le temps de travail et reliée à des investissements dont les débouchés existent réellement.

Les centres de formation doivent donc travailler avec travailleurs, collectivités, institutions éducatives et employeurs. Une formation sans projet productif identifiable ne résout pas la transition ; elle déplace administrativement le problème.

7. Le droit des travailleurs à proposer la transformation

Les travailleurs ne doivent pas être consultés uniquement sur la manière d'appliquer une fermeture décidée ailleurs. Ils possèdent souvent une connaissance des équipements, des fournisseurs, des

défauts de qualité et des capacités de l'usine que les directions stratégiques ne possèdent pas. Le Lucas Plan, étudié au chapitre 10, demeure un précédent important : des travailleurs menacés par des restructurations proposèrent eux-mêmes des produits socialement utiles pouvant mobiliser leurs compétences.

Une procédure contemporaine pourrait créer un droit à la contre-proposition productive. Lorsqu'une entreprise importante annonce une fermeture, un licenciement collectif ou une transformation liée à la transition, les représentants des travailleurs obtiennent du temps payé, l'accès à certaines informations techniques et financières, un budget d'expertise et un délai pour présenter une alternative.

Cette alternative peut proposer une reprise coopérative, une conversion partielle, une diversification ou un maintien temporaire de certains outils. Elle n'est pas automatiquement acceptée. Une activité peut être réellement non viable. Mais elle doit être évaluée avec les mêmes critères que le plan de la direction.

Ce droit modifie la structure de la négociation. Le salarié cesse d'être seulement celui qui négocie l'indemnité de sa propre disparition. Il devient une source possible de projet industriel. Même lorsque la proposition échoue, elle révèle des compétences, des machines et des débouchés qui peuvent être réutilisés ailleurs.

8. Territoires de transition : ne pas abandonner les bassins d'emploi

Une grande fermeture ne touche jamais seulement les salariés directs. Elle affecte sous-traitants, commerces, collectivités, écoles, transports, marché immobilier et identité locale. Les politiques centrées sur l'individu sous-estiment cette dimension. Une indemnité peut aider un travailleur mais laisser le territoire perdre sa base fiscale, ses jeunes et ses services.

Le mécanisme européen pour une transition juste reconnaît explicitement cette dimension territoriale. Il vise les régions fortement dépendantes des activités carbonées et combine un Fonds pour une transition juste, un volet InvestEU et une facilité

de prêt au secteur public. Pour la période 2021-2027, la Commission présente le mécanisme comme capable de mobiliser environ 55 milliards d'euros d'investissements ciblés dans les territoires les plus touchés.

Le principe est bon : les fonds doivent arriver avant que la dégradation sociale ne rende toute stratégie plus coûteuse. Mais le financement seul ne garantit pas la transition. Les territoires doivent posséder une équipe capable de construire des projets, négocier avec les entreprises, coordonner formation et infrastructure, soutenir les petites activités et suivre les résultats.

Un territoire de transition devrait donc disposer d'un contrat de dix ans combinant calendrier industriel, investissements, emploi, formation, mobilité, logement, infrastructures énergétiques et services publics. Les indicateurs ne se limiteraient pas au nombre d'emplois recréés : stabilité des revenus, qualité des emplois, départs démographiques, accessibilité des services, émissions et capacité productive devraient rester distincts.

La transition territoriale est réussie lorsque le lieu ne devient pas dépendant d'une subvention permanente mais acquiert de nouvelles capacités. Elle échoue lorsqu'on finance quelques projets vitrines sans reconstruire un tissu économique.

9. Étude de cas : la Ruhr, transformation longue plutôt que miracle de reconversion

La Ruhr allemande est souvent citée comme exemple de reconversion d'un bassin charbonnier et sidérurgique. Le cas est utile précisément parce qu'il ne raconte pas un miracle rapide. La réduction du charbon s'est étendue sur plusieurs décennies, avec politiques fédérales et régionales, restructurations industrielles, investissements universitaires, infrastructures, reconversion de friches et protection sociale. La dernière mine de houille profonde a fermé en 2018.

La trajectoire montre qu'un territoire ne remplace pas des centaines de milliers d'emplois industriels par un secteur unique. Il se diversifie. Universités, services, logistique, technologies environnementales, culture, nouvelles industries et réhabilitation

urbaine se développent à des rythmes différents. Certains espaces ont mieux réussi que d'autres, et le chômage ainsi que les inégalités ont persisté longtemps.

La leçon est double. Premièrement, une transition industrielle demande du temps et des institutions capables de maintenir l'investissement pendant plusieurs cycles politiques. Deuxièmement, le succès ne peut pas être mesuré uniquement par la fermeture finale de la mine. Il faut regarder la qualité des emplois créés, les écarts territoriaux, les mobilités contraintes et la capacité fiscale locale.

La Ruhr montre aussi qu'un calendrier négocié peut réduire la violence sociale d'une fermeture sans éviter tous les coûts. Une transition juste n'est pas une transition sans perte ; c'est une transition où les pertes sont anticipées, réparties et accompagnées par la construction d'autres capacités.

10. Étude de cas : l'Espagne et les accords de transition juste dans les territoires charbonniers

L'Espagne offre un cas plus récent de fermeture charbonnière accompagnée par des accords explicites. En 2018, le gouvernement, les syndicats et les entreprises minières ont signé un accord pour la transition juste du secteur, comprenant aides sociales, retraites anticipées, reconversion et mesures de développement des territoires miniers. La stratégie espagnole a ensuite créé des Convenios de Transición Justa destinés aux zones affectées par des fermetures d'installations.

L'intérêt institutionnel réside moins dans le montant précis d'une aide que dans la tentative de relier politique climatique, emploi et territoire. Les accords identifient les zones concernées, construisent des projets locaux et cherchent à coordonner différents financements. Ils offrent ainsi un modèle intermédiaire entre compensation individuelle et plan national abstrait.

Les limites sont importantes. Les projets mettent du temps à se concrétiser ; les emplois créés ne remplacent pas automatiquement les salaires, statuts et identités professionnelles perdus ; certains investissements peuvent dépendre de décisions

d'entreprises extérieures. Une centrale renouvelable peut occuper beaucoup d'espace avec peu d'emplois permanents.

Le cas espagnol renforce donc l'idée qu'une transition territoriale doit distinguer trois objectifs : réduire les émissions, maintenir une base productive et protéger les trajectoires humaines. Un projet peut réussir le premier et échouer les deux autres.

11. Fonds de transition : financer la transformation avant la crise

Les fonds de transition doivent être permanents plutôt que créés après chaque fermeture. Ils peuvent recevoir des recettes provenant du carbone, de contributions sur les profits exceptionnels des secteurs concernés, de budgets publics et d'emprunts de long terme. Leur rôle est de financer formation, reconversion industrielle, infrastructures, capital pour les reprises, rénovation des territoires et garanties de revenus.

La gouvernance de ces fonds ne peut pas être confiée uniquement aux ministères ou aux entreprises. Les collectivités, représentants des travailleurs, institutions financières publiques et associations territoriales doivent participer, avec règles de conflit d'intérêts. Le fonds doit publier les critères et les résultats.

Une partie des ressources doit être distribuée selon des indicateurs objectifs de vulnérabilité : nombre d'emplois exposés, dépendance fiscale, revenu, chômage, éloignement, coût des infrastructures. Une autre partie peut financer des projets sur appel. Cette combinaison évite que les territoires disposant des meilleurs cabinets de conseil captent l'essentiel des subventions.

Le financement doit aussi accepter l'échec. Une reconversion industrielle comporte un risque. Si tout projet doit garantir une rentabilité privée immédiate, le fonds ne finance que ce que le marché aurait probablement financé seul. L'argent public doit pouvoir soutenir des capacités stratégiques, à condition que les pertes et apprentissages soient documentés.

12. Propriété publique, coopérative et communautaire des nouvelles capacités

Une transition largement financée par la collectivité peut créer une nouvelle concentration privée si l'État paie les infrastructures, garantit les marchés puis abandonne entièrement les revenus futurs. Une partie des investissements publics doit donc obtenir des droits durables : propriété de réseau, participation au capital, redevance, licence ouverte, gouvernance ou partage des bénéfices.

Les formes peuvent varier selon la fonction. Des projets renouvelables peuvent être publics, coopératifs ou communautaires ; un atelier reconverti peut être repris par ses salariés ; le foncier ou certaines machines peuvent rester publics tout en étant utilisés par plusieurs opérateurs. Le chapitre 11 a développé la pluralité des régimes de propriété ; ici, le critère de transition est d'éviter que les risques soient socialisés tandis que les rendements deviennent durablement privés.

Aucune forme n'est automatiquement vertueuse. Le régime doit être choisi selon le caractère stratégique de l'actif, la durée du financement public et la possibilité réelle de concurrence ou de sortie.

13. Assemblées citoyennes : de la consultation à une compétence définie

Les assemblées citoyennes peuvent améliorer une décision complexe si leur compétence est définie avant leur travail. Elles peuvent recevoir un droit de proposition, de révision, de suivi ou de saisine, plutôt qu'être consultées après que l'essentiel est décidé.

Le tirage au sort ne remplace ni élus, syndicats, associations ni experts. Il complète des formes de représentation qui portent des responsabilités et des savoirs différents. Les chapitres 12 et 15 ont développé mandat, expertise et participation ; dans la transition, l'exigence est surtout temporelle : la participation doit intervenir lorsque plusieurs options existent encore et se prolonger dans le suivi des engagements.

Une assemblée sans mémoire ni droit de retour devient un événement de communication. Une institution de transition doit donc publier les réponses données à ses recommandations et permettre de vérifier leur mise en œuvre.

14. Budgets carbone territoriaux sans police individuelle du carbone

La contrainte climatique peut être traduite en budgets carbone à plusieurs échelles. Mais la manière de le faire est décisive. Une politique qui attribuerait à chaque individu un compte carbone détaillé pourrait créer un système de surveillance lourd et transformer chaque déplacement en objet administratif. Une politique territoriale peut agir davantage sur les infrastructures, les prix, l'offre et les normes.

Le budget territorial fixe une trajectoire globale : bâtiment, mobilité, déchets, énergie, achats publics. Les politiques cherchent ensuite les transformations structurelles capables de réduire les émissions sans suivre individuellement chaque personne. Des indicateurs agrégés suffisent souvent pour savoir si la trajectoire est respectée.

Certaines consommations individuelles très élevées peuvent justifier des taxes ou restrictions ciblées, notamment lorsque leur impact est disproportionné et non essentiel. Mais elles n'exigent pas nécessairement une infrastructure permanente de surveillance de tous. Le principe de proportionnalité du chapitre 15 s'applique.

Cette approche rejoint le GIEC : les changements de demande dépendent des infrastructures, institutions, normes et entreprises autant que des comportements individuels. Organiser l'environnement des choix est souvent plus efficace et moins intrusif que demander à chacun d'optimiser en permanence son empreinte.

15. La sobriété comme politique de service, non comme morale de privation

La sobriété est politiquement fragile lorsqu'elle est formulée comme renoncement abstrait. Elle devient plus concrète lorsqu'on part des services : se déplacer, se chauffer, se nourrir, communiquer, apprendre, se soigner. La question est alors de fournir ces services avec moins d'énergie et de matière, pas d'organiser une compétition morale de frugalité.

Le GIEC souligne que les politiques de demande peuvent améliorer le bien-être tout en réduisant les ressources nécessaires lorsque les infrastructures et les institutions sont adaptées. Un logement isolé procure davantage de confort avec moins d'énergie ; une ville accessible réduit la nécessité de posséder plusieurs voitures ; des équipements réparables diminuent le renouvellement sans diminuer leur fonction.

La sobriété possède néanmoins un contenu distributif. Les ménages modestes consomment parfois déjà sous le niveau souhaitable alors que les plus riches disposent d'une marge importante. Une réduction uniforme peut donc être injuste. La politique doit distinguer consommation insuffisante, consommation nécessaire et consommation de luxe très matérielle.

La transition sans peuple administré ne dit donc pas à chacun « consomme moins » de la même manière. Elle garantit d'abord les services essentiels, transforme les infrastructures qui rendent certaines consommations obligatoires et cible davantage les usages à forte empreinte dont la réduction affecte peu le bien-être.

16. Prix du carbone : utile seulement dans une architecture complète

Le prix du carbone peut orienter de nombreux choix sans que l'État prescrive chaque technologie. Il donne un signal transversal et favorise les solutions moins émettrices. Mais utilisé seul, il traite la capacité de payer comme une capacité à polluer et pèse proportionnellement davantage sur les ménages dépendants d'un

véhicule ou d'un chauffage qu'ils ne peuvent pas changer rapidement.

Le GIEC note que l'acceptabilité du prix du carbone augmente lorsque les recettes sont redistribuées ou financent de manière visible des infrastructures jugées équitables. La politique doit donc relier le signal de prix à des alternatives réelles et à un retour des recettes.

Une architecture possible combine prix progressif, dividende ou compensation ciblée, investissements dans le transport et la rénovation, soutien à la conversion et tarifs sociaux. Pour les usages de luxe très carbonés, des normes ou interdictions peuvent être plus efficaces qu'un prix accessible aux plus riches.

Le prix devient ainsi un instrument parmi d'autres. Il ne décide pas ce qui doit être produit, ne construit pas les trains et ne forme pas les travailleurs. Le transformer en politique climatique totale reviendrait précisément à administrer la transition par un indicateur unique.

17. Rationnement et urgence : quand la règle directe devient légitime

Certaines situations de pénurie rendent les prix insuffisants ou injustes. Une crise énergétique, une sécheresse ou un manque de matériaux critiques peut demander une allocation directe. Le rationnement est alors une possibilité démocratique à condition qu'il soit temporaire, transparent et hiérarchise les usages.

La priorité doit aller aux fonctions vitales et aux infrastructures essentielles. Des quotas industriels peuvent protéger alimentation, soins, eau, transport et logement avant les usages moins importants. Les critères doivent être publiés, les décisions contestables et les données de pénurie accessibles.

Une allocation directe peut être plus juste qu'une hausse de prix qui exclut uniquement ceux qui ne peuvent payer. Mais elle possède un risque bureaucratique et de contrôle. Les dispositifs doivent donc être aussi simples que possible, utiliser les données déjà disponibles et expirer lorsque la pénurie cesse.

La préparation permet d'éviter une partie du rationnement. Stocks, diversification, efficacité et redondance construisent une capacité à absorber les chocs. La transition est plus libre lorsqu'elle anticipe les contraintes au lieu de découvrir l'urgence au dernier moment.

18. Transition agricole : payer la transformation du travail et du risque

L'agriculture doit réduire certaines émissions, restaurer les sols, diminuer les intrants dans de nombreux systèmes et s'adapter au climat tout en assurant l'alimentation et le revenu des agriculteurs. Les injonctions générales ignorent que la transition modifie des investissements, des rendements, du travail et des risques sur plusieurs années.

Un agriculteur ne peut changer de système comme un consommateur change de produit. Il possède des bâtiments, des machines, un cheptel, des dettes, des contrats et un savoir spécifique. Les politiques doivent donc financer la période de conversion, l'assistance technique, les investissements, l'assurance et parfois la restructuration de dettes.

Les coopératives, communs fonciers et circuits territoriaux peuvent réduire certaines dépendances, mais ils ne remplacent pas les marchés nationaux et internationaux. Une politique alimentaire fédérée doit maintenir des échanges, des stocks, des normes sanitaires et une solidarité entre territoires.

La transition agricole est un exemple particulièrement clair de la différence entre objectif et méthode. Une norme écologique peut être nécessaire ; si elle est imposée sans revenu, formation et débouché, elle transforme l'agriculteur en exécutant endetté d'une politique qu'il ne contrôle pas. La justice exige de partager le risque de la transformation.

19. Transition industrielle : contrats de transformation plutôt que subventions sans contrepartie

Les industries lourdes demanderont des investissements considérables pour réduire leurs émissions : électrification, hydrogène dans certains usages, recyclage, nouveaux procédés, efficacité, captage lorsque pertinent. Les gouvernements subventionnent déjà ces transformations. La question est ce que la collectivité reçoit en échange.

Un contrat de transformation pourrait lier l'aide à des engagements : trajectoire d'émissions, maintien ou création d'emplois, formation, transparence des investissements, partage des gains, localisation de certaines capacités, réparabilité des équipements produits, accès à certaines licences ou retour financier si le projet devient très rentable.

Les engagements doivent rester réalistes. Imposer à une entreprise de conserver indéfiniment chaque poste peut empêcher une transformation productive. L'objectif est de conserver les trajectoires humaines et les capacités, pas chaque organigramme. Une réduction du nombre d'heures travaillées peut parfois absorber le gain de productivité mieux qu'un maintien artificiel de tâches inutiles.

Si une entreprise refuse toute contrepartie durable alors que sa transition dépend largement de fonds publics, la propriété publique ou une participation de la collectivité devient une option logique. Le financement public ne doit pas être traité comme une donation sans pouvoir.

20. Les emplois « verts » doivent être de vrais emplois

Une transition peut créer beaucoup d'emplois tout en dégradant les conditions de travail. Installation de panneaux, logistique du recyclage, tri, rénovation ou mines de matériaux critiques peuvent reposer sur sous-traitance, précarité et risques. Le label vert ne garantit ni salaire ni autonomie.

Les principes de transition juste de l'OIT relient explicitement durabilité et travail décent. Les politiques industrielles doivent donc intégrer conditions de travail, représentation, formation et sécurité. Une subvention à un secteur bas-carbone peut être conditionnée au respect de conventions collectives, à la prévention des risques et à la transparence de la sous-traitance.

La qualité de l'emploi importe aussi pour la vitesse. Une filière incapable de recruter parce que les salaires, horaires ou conditions sont mauvais devient un goulet d'étranglement. Rendre les métiers de rénovation, maintenance et transports attractifs est une politique climatique.

Le critère politique de la technique s'étend ainsi à la filière entière. Une batterie propre à l'usage peut dépendre d'extractions dangereuses ; un chantier de rénovation efficace peut reposer sur une main-d'œuvre exploitée. La transition doit suivre ses chaînes de valeur.

21. Les matériaux critiques : une transition qui ne déplace pas la domination

L'Agence internationale de l'énergie souligne que la transition énergétique crée de nouveaux risques de sécurité liés aux minerais critiques et que les projets annoncés ne suffisent pas toujours à couvrir les besoins de certains scénarios. La réponse ne peut être de remplacer une dépendance fossile par une nouvelle ruée extractive sans règle.

La sobriété matérielle, le recyclage, la durée de vie et la diversification réduisent la pression, mais l'extraction restera nécessaire. Les contrats d'approvisionnement doivent intégrer droits du travail, environnement, transparence et partage de valeur avec les territoires producteurs. Les pays riches ne peuvent exiger une transition juste chez eux tout en externalisant ses dommages.

Cette question montre la limite du cadre national. Une transition démocratique doit être coopérative au niveau international. Elle peut soutenir des partenariats industriels, du transfert de technologie, du financement et des standards

communs plutôt qu'une concurrence pour sécuriser chaque ressource par la puissance économique.

Le chapitre 12 fournit ici l'architecture : les interdépendances demandent une fédération de certaines fonctions. Les matériaux critiques sont précisément un domaine où aucune autonomie nationale complète n'est réaliste.

22. La transition numérique elle-même doit être limitée

Les politiques écologiques utilisent de plus en plus compteurs, plateformes, modèles et IA pour équilibrer l'énergie, gérer des réseaux, suivre des travaux ou optimiser la logistique. Ces outils sont utiles seulement si leur complexité reste proportionnée au service et si l'organisation peut les maintenir, les auditer et changer de fournisseur.

Les chapitres 6, 14 et 15 ont déjà établi les questions de données, standards et réversibilité. Dans la transition, leur conséquence pratique est d'éviter qu'une décarbonation matérielle crée simultanément une dépendance numérique : formats ouverts, fonctionnement dégradé, protection des données, documentation et maintien des compétences doivent faire partie des marchés et des infrastructures.

La sophistication n'est pas une finalité. Un thermostat simple peut suffire là où un système prédictif complexe n'apporte qu'un gain marginal ; ailleurs, un modèle avancé peut être indispensable à l'équilibrage d'un réseau. Le même critère politique s'applique aux outils de la transition qu'aux autres techniques.

23. La démocratie du temps long

Les grands investissements traversent plusieurs gouvernements. Une alternance peut annuler un programme, interrompre une formation ou changer brutalement un signal de prix. À l'inverse, verrouiller la politique pendant trente ans au nom de la stabilité priverait les citoyens futurs de capacité de révision.

Il faut distinguer la stabilité des objectifs et la révisabilité des moyens. Les budgets carbone, certaines garanties sociales et les obligations d'infrastructure peuvent être inscrits dans des lois de programmation, contrôlés par des institutions indépendantes et réexaminés périodiquement. Les moyens restent ouverts à plusieurs solutions.

Les institutions doivent publier des trajectoires suffisamment longtemps à l'avance pour permettre aux ménages et entreprises d'investir. Une norme annoncée dix ans avant son application peut être plus libérale qu'une décision soudaine prise trois ans trop tard.

La démocratie du temps long n'abolit donc pas l'alternance. Elle oblige chaque majorité à expliquer comment ses choix restent compatibles avec les contraintes communes et ce qu'elle propose lorsqu'elle modifie une trajectoire.

24. Une séquence de transition en quatre temps

Le programme peut être condensé en quatre temps qui se chevauchent. Premier temps : sécuriser. Garantir revenus, énergie essentielle, alimentation, logement, mobilité et protection sociale afin que la transition ne commence pas par la peur de perdre le nécessaire. Constituer les fonds de transition et les équipes territoriales.

Deuxième temps : construire. Investir massivement dans les capacités qui permettent de réduire ensuite les activités anciennes : réseaux, rénovation, transports, formation, maintenance, production bas-carbone, ateliers, recyclage, agriculture et infrastructures numériques ouvertes. Ce temps doit commencer immédiatement.

Troisième temps : retirer et transformer. À mesure que les alternatives existent, appliquer les calendriers de fermeture ou de réduction, convertir les équipements, redistribuer le temps de travail, utiliser le droit de contre-proposition des salariés et engager les reconversions territoriales.

Quatrième temps : fédérer et réviser. Mutualiser les fonctions qui dépassent les territoires, suivre les résultats physiques et

sociaux, auditer les technologies, corriger les écarts, retirer les pouvoirs d'exception et réviser les objectifs en fonction des données. La transition cesse alors d'être un projet ponctuel : elle devient une capacité institutionnelle permanente d'adaptation.

Cette séquence évite deux caricatures. Elle n'attend pas que toutes les alternatives soient parfaites avant d'agir ; elle commence par les construire. Elle n'impose pas non plus une contraction immédiate à une population qui reste dépendante des infrastructures anciennes.

25. Ce qui doit être décidé nationalement, territorialement et dans les lieux de travail

Une transition sans peuple administré distribue explicitement les décisions. Au niveau national ou européen : trajectoires d'émissions, fiscalité, péréquation, sécurité sociale, normes de produit, grands réseaux, politique industrielle, fonds de transition et droits fondamentaux. Ces fonctions possèdent des externalités trop larges pour rester locales.

Au niveau territorial : urbanisme, mobilité quotidienne, reconversion des bassins d'emploi, réseaux de chaleur, rénovation, implantation de certaines activités, formation et services publics. Ces décisions demandent une connaissance du lieu.

Dans les lieux de travail : organisation concrète, usage des machines, distribution du gain de productivité, sécurité, compétences, choix de certains équipements et propositions de conversion. Les travailleurs ne décident pas seuls de la trajectoire climatique nationale mais ne doivent pas recevoir passivement la manière dont elle transforme leur travail.

Les interfaces comptent autant que les niveaux. Une collectivité doit pouvoir saisir le fonds national ; les représentants des salariés doivent participer au plan territorial ; les données nationales doivent être disponibles localement ; les décisions de terrain doivent remonter pour corriger les normes. La fédération est une circulation organisée de la décision et de l'information.

26. Indicateurs : suivre séparément le physique, le social et le démocratique

La transition doit suivre au moins trois familles d'indicateurs sans les fondre dans un score unique. Les indicateurs physiques mesurent émissions, énergie, matériaux, biodiversité, rénovation et infrastructures. Les indicateurs sociaux suivent revenus, qualité de l'emploi, accès aux services, précarité, temps de travail et formation. Les indicateurs démocratiques portent sur participation, recours, concentration de propriété, dépendances et respect des engagements publics.

Une amélioration dans une famille ne compense pas automatiquement une dégradation grave dans une autre. Une politique peut atteindre son objectif carbone tout en augmentant la précarité ; une autre peut être populaire mais rater la contrainte physique. Le chapitre 15 a établi la logique multicritère générale : ici, ces indicateurs servent au pilotage de la transition et à la révision des décisions, non à produire une note unique de réussite.

27. Objection : la participation ralentira trop la transition

L'urgence climatique rend cette objection sérieuse. Organiser des assemblées, négocier des reconversions et financer des contre-expertises prend du temps. Certaines décisions devront être prises plus vite que ne le permet une démocratie délibérative idéale.

Mais l'absence de participation peut aussi ralentir. Des projets imposés rencontrent contentieux, grèves, blocages, changements électoraux et résistance locale. Une décision prise en six mois et bloquée pendant cinq ans n'est pas rapide. La participation utile intervient tôt, lorsque les alternatives peuvent encore changer.

Toutes les décisions n'ont pas besoin du même processus. Une norme technique peut relever d'experts sous mandat ; une fermeture majeure exige une négociation territoriale ; une urgence peut déclencher des pouvoirs temporaires. La proportionnalité du chapitre 15 vaut aussi pour la démocratie.

La question n'est donc pas « faut-il consulter tout le monde sur tout ? » mais « où le savoir et le consentement des personnes

affectées peuvent-ils modifier utilement la décision avant qu'elle ne devienne irréversible ? »

28. Objection : garantir les revenus rendra la transition trop coûteuse

Une garantie de trajectoire coûte réellement de l'argent. Mais le coût doit être comparé aux alternatives : chômage durable, perte fiscale territoriale, problèmes de santé, migrations contraintes, maintien artificiel de secteurs condamnés et conflits politiques qui ralentissent l'action. Ne pas payer la transition ne signifie pas qu'elle est gratuite ; cela déplace les coûts.

La dépense est également temporaire si elle finance des capacités nouvelles. Une formation liée à un investissement productif, une rénovation ou une infrastructure génère ensuite des services et des recettes. Le problème est de distinguer protection de transition et rente permanente.

Les conditions peuvent être adaptées. Le maintien de revenu décroît avec le temps ; le droit à la formation est lié à des trajectoires identifiées ; les entreprises contribuent davantage lorsqu'elles disposent de ressources importantes. Les personnes proches de la retraite peuvent recevoir une solution différente d'un jeune salarié.

La justice n'exige pas que personne ne perde jamais rien. Elle exige que la collectivité ne demande pas à certains groupes de financer par leur déclassement une transformation dont les bénéfices sont collectifs.

29. Objection : le marché décidera plus efficacement quelles activités doivent disparaître

Les prix contiennent de l'information utile. Une ressource rare ou une technologie moins coûteuse peut orienter rapidement des millions de décisions. Une transition qui cherche à remplacer tous les mécanismes de marché par des autorisations administratives créerait une bureaucratie massive.

Mais les marchés présents intègrent mal certains dommages futurs, héritent de subventions, infrastructures et monopoles, et

ne garantissent pas la construction d'alternatives avant la fermeture. Ils ne répartissent pas spontanément le coût de la reconversion ni la sécurité territoriale.

La transition peut donc utiliser prix, concurrence et entrepreneuriat dans un cadre de contraintes et d'investissements publics. Les budgets carbone, normes, infrastructures et droits sociaux définissent l'espace ; les acteurs économiques explorent plusieurs solutions à l'intérieur.

Le marché est un mécanisme de coordination, pas une procédure démocratique pour décider quels dommages sont acceptables ou quels services doivent rester universels. Lui attribuer cette fonction reviendrait à administrer par la solvabilité plutôt que par le décret.

30. Objection : la décroissance matérielle entraînera nécessairement la récession sociale

La réduction de certaines productions matérielles peut diminuer le chiffre d'affaires et l'emploi dans les secteurs concernés. Si l'économie reste organisée autour de la croissance continue du volume marchand, cette contraction peut provoquer chômage, dette et crise fiscale. C'est une difficulté structurelle et non un simple problème de communication.

La réponse du livre n'est pas que toute activité doit décroître. Beaucoup doivent croître : rénovation, soins, transports collectifs, maintenance, éducation, infrastructures énergétiques, réparation, adaptation climatique. La transition déplace du travail et des ressources plutôt qu'elle n'impose une contraction uniforme.

La réduction du temps de travail peut également absorber une partie des gains de productivité et de la contraction de certains volumes sans passer entièrement par le chômage. Les services publics et activités peu matérielles peuvent maintenir du bien-être sans exiger la même croissance de flux physiques.

Mais aucun slogan ne garantit l'équilibre macroéconomique. Les politiques budgétaires, monétaires, sociales et fiscales devront être adaptées à une économie où certains secteurs se contractent durablement. Le chapitre ne prétend pas résoudre ici toute la

macroéconomie de la décroissance ; il fixe les institutions nécessaires pour que cette transformation ne soit pas abandonnée aux licenciements et aux faillites en chaîne.

31. Une constitution minimale de la transition

Les éléments du chapitre peuvent être condensés en douze garanties : information sur les trajectoires et fermetures ; droit des travailleurs à une contre-proposition et à l'expertise ; garantie de revenu et de formation ; fonds territoriaux disponibles avant les crises ; comparaison des options techniques ; planification multi-niveaux ; recours et suivi citoyen ; droits durables de la collectivité dans les actifs qu'elle finance ; pouvoirs d'urgence temporaires ; publication séparée des indicateurs physiques, sociaux et démocratiques ; révision périodique ; solidarité entre territoires et coopération internationale.

Cette constitution minimale ne décide pas quelle machine choisir ni combien de trains faire circuler. Elle définit qui peut savoir, contester, proposer, financer et traverser le coût d'une transformation. Sa fonction est d'empêcher que l'urgence écologique ne devienne un droit général d'administrer la population sans garanties de trajectoire ni possibilité de révision.

32. Conclusion : faire de la transition une capacité démocratique

Le problème écologique impose une transformation rapide du système productif. Le choix n'est plus entre changer et conserver exactement le monde industriel hérité. Le choix porte sur la manière dont le changement sera organisé et sur ceux qui auront le pouvoir de le conduire.

Une transition technocratique peut être matériellement ambitieuse tout en fabriquant une population administrée : comportements suivis, emplois déplacés, territoires compensés, infrastructures imposées, décisions expliquées après coup. Une transition purement volontariste peut préserver la liberté formelle tout en laissant les émissions et les dépendances continuer. Il faut tenir les deux exigences.

La réponse proposée est une planification fédérée des capacités : contraintes communes, alternatives construites avant les retraits, garanties de trajectoire, savoirs partagés, droits des travailleurs, fonds territoriaux, propriété collective d'une partie des nouvelles infrastructures, participation dotée de compétences réelles et évaluation technologique réversible.

Cette architecture ne supprime ni conflit ni erreur. Elle crée les moyens de les corriger sans que chaque crise exige de choisir entre le marché qui abandonne et l'État qui administre. Elle transforme la transition en apprentissage institutionnel.

Kropotkine cherchait déjà à réunir agriculture, industrie, science, éducation et autonomie locale dans une économie où la division des fonctions ne condamnerait pas les personnes à une dépendance permanente. Au XXI^e siècle, cette intuition doit intégrer climat, réseaux mondiaux, numérique, infrastructures lourdes et droits sociaux. Le principe demeure : rapprocher les capacités sans nier les interdépendances, et organiser les interdépendances sans fabriquer un pouvoir séparé.

Le programme du livre peut alors être formulé en une phrase : produire moins de ce qui détruit, maintenir davantage ce qui peut durer, développer les capacités nécessaires à une vie digne, et faire en sorte que ceux qui traversent la transformation puissent réellement participer à son orientation. Une transition écologique devient démocratique lorsque la population n'est plus seulement le lieu où la politique produit ses effets, mais l'un des lieux où elle se fabrique.

Approfondissements

A. Le contrat de fermeture

Toute fermeture planifiée d'un site industriel important devrait être accompagnée d'un document public qui précise : motif écologique ou économique, calendrier, nombre de travailleurs concernés, actifs réutilisables, garanties de revenu, financement de la formation, obligations de l'entreprise, projets de remplacement, indicateurs territoriaux, instance de suivi et conditions de révision. Ce contrat ne rend pas la fermeture

consensuelle ; il transforme une décision opaque en responsabilité partagée.

B. Le droit à l'essai territorial

Les territoires devraient pouvoir expérimenter des dispositifs de mobilité, d'énergie, de propriété ou de temps de travail à l'intérieur d'un cadre commun. L'expérimentation doit avoir une durée, un financement, des indicateurs et un droit de retour. Un échec documenté produit de l'information pour les autres territoires. La fédération devient ainsi une méthode d'apprentissage plutôt qu'un système où chaque niveau attend la réforme nationale parfaite.

C. Les métiers de coordination comme infrastructure

Une transition a besoin de personnes capables de relier industrie, formation, énergie, finance, collectivités et habitants. Ces métiers sont souvent invisibles parce qu'ils ne produisent ni machine ni bâtiment. Pourtant, un territoire sans équipe de coordination peut recevoir des millions d'euros et ne pas savoir les transformer en projet cohérent. Le financement doit donc reconnaître l'ingénierie territoriale comme une infrastructure à part entière.

D. Prévenir la capture par les professionnels de la transition

Consultants, bureaux d'études, grands groupes et administrations peuvent former une nouvelle classe d'intermédiaires dont la langue et les procédures deviennent nécessaires pour accéder aux fonds. Les petites communes, associations et coopératives se retrouvent alors dépendantes de ceux qui savent remplir les dossiers. Simplifier les procédures, financer des services publics d'ingénierie partagée et publier les modèles de dossiers réduit cette capture.

E. La transition et le droit de ne pas être héroïque

Une politique juste ne doit pas exiger des individus qu'ils deviennent des militants experts de leur reconversion. Un salarié peut vouloir simplement conserver un revenu, comprendre les options et choisir. Un ménage peut vouloir un logement confortable sans étudier les scénarios énergétiques. Les institutions ont précisément pour fonction de rendre les choix soutenables ordinaires. Une démocratie de transition donne des possibilités de participation sans transformer la citoyenneté en travail permanent.

Notes et références du chapitre 16

1. Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops; or, Industry Combined with Agriculture and Brain Work with Manual Work*, édition révisée, 1912. Le chapitre prolonge sa recherche d'une articulation entre production locale, savoir, industrie et autonomie sans lui attribuer les institutions contemporaines décrites ici.
2. Organisation internationale du travail, *Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all*, adoptées par le Conseil d'administration de l'OIT en 2015 et publiées en 2016. Le cadre met l'accent sur travail décent, protection sociale et dialogue social.
3. OIT, « ILO adopts guidelines on sustainable development, decent work and green jobs », 5 novembre 2015. Les lignes directrices résultent d'un processus tripartite associant gouvernements, travailleurs et employeurs.
4. GIEC, *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*, Working Group III, chapitre 5 « Demand, services and social aspects of mitigation ». Le chapitre souligne les liens entre équité, confiance sociale, participation et efficacité des politiques de réduction de la demande.
5. GIEC, AR6 WGIII, chapitre 6 « Energy systems ». Le rapport insiste sur le rôle des mesures de demande dans une approche intégrée des systèmes énergétiques et sur l'importance de l'adoption sociale des solutions.
6. Programme des Nations unies pour l'environnement, *Emissions Gap Report 2025: Off Target, 2025*. Le rapport conclut que les engagements climatiques collectifs restent insuffisants par rapport aux trajectoires compatibles avec les objectifs de l'Accord de Paris.
7. Agence internationale de l'énergie, *Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach, 2023 Update*, chapitre « Secure, equitable and co-operative transitions ».
8. AIE, *Net Zero Roadmap 2023*. Le scénario est explicitement normatif et cherche à concilier trajectoire vers zéro émission nette, sécurité énergétique, accès aux services modernes et transitions équitables.

9. Commission européenne, Just Transition Mechanism. Le mécanisme associe Fonds pour une transition juste, volet InvestEU et facilité de prêt au secteur public et vise à mobiliser environ 55 milliards d'euros sur 2021-2027 pour les territoires les plus touchés.
10. Commission européenne, Just Transition Fund. Le fonds appartient à la politique de cohésion et cible les territoires confrontés à de graves défis socio-économiques liés à la transition vers la neutralité climatique.
11. CINEA, Public Sector Loan Facility under the Just Transition Mechanism. La facilité combine des subventions européennes et des prêts de la Banque européenne d'investissement pour des projets publics dans les régions concernées.
12. Commission européenne, Règlement (UE) 2021/1056 établissant le Fonds pour une transition juste.
13. Gouvernement espagnol, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico / Instituto para la Transición Justa, accords et Convenios de Transición Justa. Ils servent ici d'exemple de planification territoriale liée aux fermetures charbonnières et de centrales.
14. Accord-cadre espagnol de 2018 pour une transition juste du secteur charbonnier et le développement durable des régions minières, signé entre le gouvernement, les syndicats et les entreprises concernées.
15. Commission européenne, documents du Just Transition Platform sur l'Espagne et les territoires charbonniers, utilisés pour replacer ces accords dans le cadre européen.
16. Initiativkreis Ruhr / Regionalverband Ruhr et littérature académique sur la transformation structurelle de la Ruhr. Le chapitre utilise la Ruhr comme trajectoire de plusieurs décennies et non comme preuve d'une reconversion simple ou complète.
17. Gouvernement fédéral allemand et autorités de Rhénanie-du-Nord-Westphalie, archives relatives à la fin de l'extraction de houille profonde en 2018 et aux politiques structurelles de la Ruhr.
18. OIT, travaux sur les green jobs et la transition juste. Le terme « emploi vert » ne suffit pas : le cadre de l'OIT l'articule au travail décent et à la protection sociale.
19. AIE, Critical Minerals Market Review et travaux associés à la Net Zero Roadmap. La transition énergétique accroît la demande de plusieurs minerais et crée de nouveaux risques de concentration et de sécurité d'approvisionnement.
20. OCDE, travaux récents sur les effets distributifs des politiques climatiques et les instruments de transition juste. Utilisés ici pour les enjeux de revenu, vulnérabilité des ménages et acceptabilité.
21. GIEC AR6 WGIII, chapitre 5 : l'utilisation ou la redistribution visible des recettes des prélèvements carbone peut augmenter leur acceptabilité lorsqu'elle correspond à des conceptions reconnues de l'équité.

22. Agence internationale de l'énergie, travaux sur la sécurité énergétique et la nécessité de construire les capacités propres avant le retrait trop rapide de certaines infrastructures fossiles.
23. Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, Accord de Paris, 2015. Le préambule mentionne les impératifs d'une transition juste de la main-d'œuvre et de la création d'emplois décents et de qualité.
24. Organisation internationale du travail, Climate change and financing a just transition, travaux sur les besoins de financement, dialogue social et protection des travailleurs.
25. Lucas Aerospace Shop Stewards Combine Committee, Alternative Plan, 1976, et littérature secondaire sur le Lucas Plan. Référence au droit de contre-proposition productive développé au chapitre 10.
26. Eurofound et Commission européenne, travaux sur la restructuration industrielle et l'anticipation du changement, utiles pour distinguer accompagnement individuel et transformation territoriale.
27. Banque européenne d'investissement, projets et instruments associés au Just Transition Mechanism et à la transition énergétique, pour le rôle des financements publics de long terme.
28. Organisation internationale du travail, travaux sur la protection sociale universelle comme condition d'une transition juste et de l'adaptation au changement climatique.
29. GIEC AR6 WGIII, synthèses sur l'approche Avoid-Shift-Improve dans les transports : éviter certains déplacements, déplacer vers des modes plus efficaces, puis améliorer les technologies restantes.
30. AIE, Net Zero Roadmap 2023 : la transition propre doit être coopérative et équitable et exige simultanément investissement, innovation, recyclage, diversification et évolution de la demande.
31. Conseil européen / Union européenne, législation climat et objectifs de neutralité climatique à l'horizon 2050, pour le cadre général dans lequel s'inscrivent les mécanismes de transition européens.
32. Organisation des Nations unies, Objectifs de développement durable, notamment ODD 8 sur le travail décent, ODD 10 sur les inégalités et ODD 13 sur l'action climatique ; utilisés comme cadre de référence, non comme démonstration d'une politique particulière.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Après les champs, les usines et les ateliers

La question n'est pas de savoir si nous pouvons supprimer toute dépendance. Elle est de savoir quelles dépendances nous acceptons, lesquelles nous transformons et lesquelles nous refusons.

Pierre Kropotkine écrivait contre une évidence de son temps. La grande industrie, la spécialisation des territoires, la séparation entre travail intellectuel et travail manuel, l'éloignement croissant entre la ville et la campagne étaient présentés comme les conséquences nécessaires du progrès. Il refusait cette nécessité. Il demandait si les mêmes sciences et les mêmes machines pouvaient servir une organisation différente : une société où les personnes et les territoires conserveraient davantage de capacités, où le travail serait moins fragmenté et où la coopération ne serait pas confondue avec l'obéissance.

Plus d'un siècle plus tard, cette question demeure, mais le monde qui doit y répondre a changé. Les usines se sont étendues dans les chaînes logistiques. Les plateformes ont transformé l'intermédiation en pouvoir d'organisation. Les données et les logiciels sont devenus des moyens de production. L'intelligence artificielle commence à déplacer la frontière entre conception et exécution. Les métropoles concentrent des services, des savoirs et des décisions tout en dépendant de territoires parfois très éloignés. L'agriculture produit davantage, mais la continuité des sols, de l'eau et du climat est devenue une limite centrale.

L'histoire n'a donc ni simplement confirmé ni simplement réfuté Kropotkine. Elle a réalisé certaines de ses intuitions sous des formes qui en ont parfois inversé la finalité.

1. La diffusion des moyens n'a pas suffi

Kropotkine pensait que la circulation des savoirs et des machines réduirait le monopole de quelques centres industriels. Cette diffusion a effectivement eu lieu. De nombreux pays et territoires ont développé des capacités manufacturières. Les

techniques de production sont devenues plus accessibles. Une part de la fabrication peut aujourd'hui être accomplie par des ateliers de taille réduite.

Mais la diffusion géographique ne s'est pas accompagnée d'une distribution équivalente du pouvoir. Une production peut être dispersée sur plusieurs continents tout en restant commandée par quelques organisations. Les brevets, la finance, les marques, les plateformes, les données et les standards permettent de concentrer la décision sans concentrer tous les bâtiments.

Cette distinction est l'un des résultats centraux du livre : la décentralisation ne peut pas être mesurée seulement par la taille ou la localisation des unités. Elle doit être évaluée selon les capacités réellement distribuées.

Une communauté est-elle capable de comprendre les infrastructures dont elle dépend ? Peut-elle les réparer, les adapter, les contester ou en changer les règles ? Les travailleurs disposent-ils d'un pouvoir sur l'introduction des machines et sur le temps qu'elles libèrent ? Les habitants peuvent-ils influencer sur l'alimentation, l'énergie, le logement et les réseaux qui organisent leur vie ?

L'autonomie n'est pas l'absence de liens. Elle est la capacité d'agir dans les liens.

2. La séparation reste la forme fondamentale de la domination industrielle

Le système industriel contemporain a appris à gouverner par la séparation. Il sépare la production de la décision, l'usage de la connaissance, le territoire de ses ressources, le travailleur du résultat et la technique de la politique.

Ces séparations rendent les conséquences difficiles à percevoir. Celui qui commande une production peut ne jamais rencontrer ceux qui la réalisent. Celui qui utilise un service ignore les travailleurs, les matériaux et l'énergie qu'il exige. Celui qui conçoit un système automatisé peut être éloigné des personnes évaluées, classées ou exclues par ce système.

La séparation protège également le pouvoir. Chaque acteur peut prétendre ne contrôler qu'une petite partie : le donneur d'ordre n'est pas l'employeur, la plateforme n'est qu'un intermédiaire, le logiciel n'est qu'un outil, l'investisseur ne gère pas l'usine, le consommateur n'est pas responsable de la chaîne. La responsabilité se disperse tandis que le commandement se maintient.

Le programme contemporain de Kropotkine consiste donc moins à réduire toutes les distances qu'à reconnecter les fonctions qui doivent pouvoir se répondre :

- la décision et ses conséquences ;
- la connaissance et l'usage ;
- la production et la maintenance ;
- le gain de productivité et le temps libéré ;
- l'autonomie locale et la solidarité entre territoires ;
- l'innovation et la responsabilité écologique.

3. Ni retour en arrière, ni fuite technologique

Deux réponses simples devaient être écartées.

La première est la nostalgie. La petite communauté, le village, l'artisanat ou le travail manuel ne sont pas naturellement libres. Ils peuvent contenir de la pénibilité, des hiérarchies, des exclusions et des dépendances étroites. Revenir à une forme ancienne ne supprimerait pas les rapports de pouvoir.

La seconde est la fuite technologique. L'automatisation, les réseaux, l'intelligence artificielle ou les énergies renouvelables ne portent pas en eux-mêmes une organisation politique déterminée. Ils peuvent réduire la pénibilité, élargir l'accès au savoir et distribuer certaines capacités. Ils peuvent aussi intensifier le travail, surveiller, exclure, verrouiller et concentrer les revenus.

Une technique ne doit donc pas être jugée seulement selon ce qu'elle accomplit. Elle doit être jugée selon les relations qu'elle institue. Qui peut la comprendre ? Qui peut la réparer ? Qui peut refuser son usage ? Qui reçoit le temps économisé ? Quelle dépendance crée-t-elle envers un fournisseur, un réseau ou un centre de données ?

Le progrès ne se confond pas avec la sophistication. Il désigne une augmentation réelle des capacités humaines compatible avec les limites du vivant.

4. La liberté doit devenir matériellement possible

La liberté juridique reste incomplète lorsqu'une personne ne dispose pas des conditions lui permettant d'agir. Choisir suppose du temps, un revenu, un accès au savoir, des outils, une sécurité et la possibilité de refuser sans perdre immédiatement les moyens de vivre.

Cette dimension matérielle ne retire pas à l'individu sa responsabilité. Elle empêche de transformer en défaut individuel une impuissance produite par les institutions.

Une économie orientée vers la liberté ne distribue pas seulement des biens. Elle distribue des capacités : apprendre, produire, entretenir, prendre soin, se déplacer, participer, contester et changer d'activité.

Cette redistribution exige des droits sociaux, mais aussi des infrastructures. Un droit à la réparation sans pièces ni ateliers reste abstrait. Un droit à participer sans données ni temps reste symbolique. Un droit à l'énergie sans pouvoir sur les tarifs et les réseaux reste fragile.

La liberté matérielle est donc une construction institutionnelle.

5. Le territoire comme niveau de reprise

Le territoire n'est ni une identité fermée ni une frontière naturelle. Il est l'espace où certaines dépendances deviennent visibles et peuvent être organisées.

À cette échelle, il est possible de cartographier les flux alimentaires, énergétiques, matériels et financiers ; d'identifier les vulnérabilités ; de maintenir des ateliers ; de protéger des terres ; de former des personnes ; d'expérimenter des institutions.

Mais le territoire ne doit pas être transformé en petite souveraineté. Les droits fondamentaux, les bassins écologiques, les transports, la recherche, la santé, les infrastructures numériques et les solidarités dépassent ses limites.

La reprise territoriale doit donc être fédérale. Elle donne une capacité locale réelle tout en organisant les fonctions communes à d'autres échelles. La question n'est pas de choisir entre le proche et le lointain, mais d'attribuer chaque décision au niveau où elle peut être comprise, contrôlée et reliée à ses conséquences.

6. La fédération comme architecture de l'interdépendance

La fédération n'est pas un compromis vague entre centralisation et autonomie. Elle est une direction du pouvoir. Les niveaux communs reçoivent des mandats des unités qui les composent ; ils ne doivent pas absorber toutes leurs capacités.

Cette architecture exige des règles : transparence, révocabilité, représentation, droits de recours, limitation des fonctions et redistribution des ressources. Le mot fédération ne garantit rien à lui seul. Une structure officiellement fédérale peut devenir bureaucratique ; une communauté officiellement autonome peut devenir oppressive.

Le critère reste la distribution effective du pouvoir et la possibilité de corriger les institutions.

Une fédération productive pourrait mutualiser les équipements rares, partager les plans et les connaissances, assurer la solidarité entre territoires, coordonner les réseaux, maintenir des stocks et organiser les transformations écologiques. Elle n'exigerait pas que chaque unité soit complète. Elle exigerait qu'aucune unité soit réduite à l'impuissance.

7. Produire moins, maintenir davantage

Le programme de Kropotkine était formulé dans une époque où l'augmentation des capacités productives semblait pouvoir résoudre la pénurie. Notre époque doit tenir cette ambition avec une limite nouvelle : la puissance de produire peut détruire les conditions de la production et de la vie.

Il ne suffit plus de produire autrement. Il faut également déterminer ce qui ne doit plus être produit, ce qui doit durer plus longtemps, ce qui doit être partagé et ce qui doit être réparé.

La maintenance devient alors une fonction centrale. Elle conserve les usages, les compétences et les matières. Elle rapproche le geste de la responsabilité. Elle permet de mesurer la réussite par la durée, la qualité et la disponibilité plutôt que par le seul volume vendu.

Produire moins ne signifie pas organiser le manque pour ceux qui ont déjà peu. La réduction doit commencer par les consommations les plus matérielles, les plus inégalitaires et les moins nécessaires. Elle doit accompagner une garantie d'accès aux biens et services essentiels.

8. L'intelligence artificielle comme épreuve décisive

L'intelligence artificielle concentre plusieurs tensions du livre. Elle peut rendre des connaissances accessibles, assister la conception, réduire certaines tâches répétitives et accélérer l'apprentissage. Elle peut aussi séparer davantage ceux qui produisent les données, ceux qui utilisent les outils et ceux qui contrôlent les modèles.

La question n'est pas seulement de savoir quels emplois seront modifiés. Elle est de savoir si les sociétés conserveront une capacité de comprendre les décisions, de vérifier les résultats, de refuser certaines automatisations et de partager les gains de productivité.

Une intelligence artificielle intégrée à une économie de la capacité devrait soutenir le jugement humain, non le rendre superflu. Elle devrait être auditable, gouvernée, réparable dans ses effets et limitée lorsque son opacité augmente le risque.

La machine cognitive reprend ainsi la vieille question de la machine industrielle : le temps libéré appartiendra-t-il à celles et ceux dont le travail est transformé, ou deviendra-t-il une nouvelle source de concentration ?

9. Un programme sans modèle unique

Le livre a proposé des formes : ateliers territoriaux, communs productifs, coopératives, régies publiques, communautés

énergétiques, plateformes partagées, fédérations, standards ouverts et garanties sociales de transition.

Aucune de ces formes n'est une solution automatique. Chacune peut perdre sa finalité. Une coopérative peut reproduire des inégalités ; un service public peut se bureaucratiser ; un commun peut être capturé par ses membres les plus puissants ; une fédération peut se centraliser.

Le programme doit donc rester expérimental sans devenir improvisé. Il faut établir les finalités, préenregistrer les critères, conserver les résultats négatifs, comparer les effets et modifier les institutions lorsqu'elles cessent de distribuer les capacités.

La fidélité au programme ne réside pas dans la conservation d'une forme. Elle réside dans la continuité de la fonction : rendre la liberté matériellement plus possible.

10. Après Kropotkine

Continuer Kropotkine ne signifie pas écrire ce qu'il aurait pensé des plateformes, du climat ou de l'intelligence artificielle. Une telle prétention effacerait la distance historique et transformerait un auteur en autorité fictive.

Le prolonger signifie reprendre sa méthode la plus féconde : refuser de confondre l'organisation présente avec une nécessité technique ; observer les capacités déjà disponibles ; examiner les institutions qui les orientent ; relier la transformation du travail à celle de l'éducation, du territoire et de la vie commune.

Son œuvre rappelle qu'une société libre doit être capable de se nourrir, de produire, de comprendre et de coopérer. Notre époque ajoute qu'elle doit le faire sans détruire les conditions écologiques qui la rendent possible et sans abandonner ses machines cognitives à des centres incontrôlables.

La question initiale devient alors plus exigeante : comment construire une civilisation techniquement avancée, écologiquement habitable et politiquement distribuée ?

11. La direction proposée

Le livre ne conclut pas par une institution parfaite. Il indique une direction.

- Distribuer les capacités avant de célébrer la distribution des objets.
- Rapprocher la décision de ses conséquences.
- Maintenir localement une capacité de comprendre, réparer et adapter.
- Ouvrir les connaissances essentielles et fédérer les équipements complexes.
- Partager le temps libéré par les machines.
- Protéger les personnes pendant les transformations.
- Limiter les techniques qui rendent les dépendances opaques ou irréversibles.
- Évaluer les institutions selon leurs effets réels, non selon leur nom.
- Préserver la possibilité de contester, de quitter et de corriger.
- Organiser la coopération à grande échelle sans retirer toute puissance au proche.

Cette direction n'abolira ni les conflits ni l'incertitude. Elle ne promet pas une société où chaque tension serait résolue. Elle cherche une société où les tensions peuvent être reconnues, discutées et transformées par ceux qui les vivent.

12. Rendre la liberté productive

La société industrielle a longtemps demandé comment rendre la production plus efficace. Elle doit désormais demander comment rendre la liberté productive : capable de nourrir, de soigner, de construire, de transmettre, de réparer et de durer.

Une liberté privée de moyens matériels reste vulnérable. Une production privée de liberté devient domination. L'enjeu est de les réunir sans confondre l'autonomie avec l'isolement ni la coopération avec le commandement.

Les champs, les usines et les ateliers du XXI^e siècle comprennent les fermes, les laboratoires, les serveurs, les écoles, les réseaux énergétiques, les plateformes, les cuisines, les centres de soin et les communs numériques. Ils forment déjà un même

système matériel. La question est de savoir qui pourra le comprendre et le gouverner.

Nous ne choisirons jamais entre dépendre et ne pas dépendre. Nous choisirons entre des dépendances opaques, imposées et concentrées, et des interdépendances visibles, négociables et fédérées.

C'est là que le projet de Kropotkine demeure vivant.

Non dans la répétition d'une réponse du XIXe siècle.

Dans l'exigence, toujours actuelle, de rendre la liberté matériellement possible.

Produirons-nous pour maintenir la dépendance, ou organiserons-nous la production pour rendre la liberté possible ?

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

A

Accord-cadre espagnol de 2018 pour une transition juste du secteur charbonnier et le développement durable des régions minières, signé entre le gouvernement, les syndicats et les entreprises concernées.

ADEME Corse, Cahier des charges - Étude du métabolisme territorial et des flux de matière de la Corse, 2026.

ADEME, « Les Français et la réparation – perceptions et pratiques », mise à jour 2024, et portail Réemploi-réutilisation-réparation.

Administration fédérale des finances suisse, dossier « National fiscal equalization », rapports et tableaux de péréquation.

Administration fédérale des finances suisse, « Péréquation financière : paiements compensatoires pour l'année 2026 », 26 novembre 2025.

Agence européenne pour l'environnement, « Net land take in cities and commuting zones in Europe », indicateur consulté en 2026.

Agence européenne pour l'environnement, Product lifespans – monitoring trends in Europe, 2024/2025.

Agence européenne pour l'environnement, The environmental and climate benefits of a circular economy, travaux récents sur les interventions pendant l'usage, notamment allongement de durée par réparation et réemploi, et sur les matières secondaires après usage.

Agence internationale de l'énergie, Energy and AI, Paris, 10 avril 2025, licence CC BY 4.0.

Agence internationale de l'énergie (AIE), Renewables 2025, section « Renewable electricity ».

Agence internationale de l'énergie, Global EV Outlook 2024, section sur les émissions de cycle de vie.

Agence internationale de l'énergie, Global EV Outlook 2025 et Global EV Outlook 2026, pour les tendances de l'électrification, des batteries, de la recharge et de la consommation électrique.

Agence internationale de l'énergie, Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach, 2023 Update, chapitre « Secure, equitable and co-operative transitions ».

Agence internationale de l'énergie, travaux sur la sécurité énergétique et la nécessité de construire les capacités propres avant le retrait trop rapide de certaines infrastructures fossiles.

AIE, Batteries and Secure Energy Transitions, 2024.

AIE, Critical Minerals Market Review et travaux associés à la Net Zero Roadmap. La transition énergétique accroît la demande de plusieurs minerais et crée de nouveaux risques de concentration et de sécurité d'approvisionnement.

AIE, Electricity Grids and Secure Energy Transitions, 2023.

AIE, Empowering Ukraine Through a Decentralised Electricity System, 2024 ; Policy Options to Accelerate Distributed Solar PV in Ukraine, 2025.

AIE, Global Critical Minerals Outlook 2025 et fiches par minéral, notamment Rare Earth Elements 2025.

AIE, Net Zero Roadmap 2023.

AIE, Net Zero Roadmap 2023 : la transition propre doit être coopérative et équitable et exige simultanément investissement, innovation, recyclage, diversification et évolution de la demande.

AIE, The Path to a New Era for Nuclear Energy, 2025.

AIE, The Value of Demand Flexibility, executive summary, 2025/2026.

AIE, Unlocking Smart Grid Opportunities in Emerging Markets and Developing Economies, 2023, et travaux associés sur la numérisation des réseaux.

Ajuntament de Barcelona, Annual Monitoring and Evaluation Report on the 2030 Agenda / Voluntary Local Review 2021.

Ajuntament de Barcelona, Memòria Agenda 2030 / Transició Digital 2022 et documents du réseau des Ateneus de Fabricació.

Alfred D. Chandler Jr., The Visible Hand, Harvard University Press, 1977, pour l'histoire de la grande entreprise managériale.

Alliance coopérative internationale, Guidance Notes to the Cooperative Principles, 2015-2017.

Alliance coopérative internationale, « Identité, valeurs et principes coopératifs ».

Amarasinghe, U.A., Sharma, B.R. & Smakhtin, V., « Agriculture diversification for sustainable groundwater use: a case study in the Moga District of Punjab, India », étude référencée par AGRIS-FAO.

André Guillerme et travaux historiques sur les réseaux urbains, l'eau, l'assainissement et la transformation matérielle des villes.

Anjel Errasti, Ignacio Bretos et Aitziber Nunez, « The Viability of Cooperatives: The Fall of the Mondragon Cooperative Fagor », Review of Radical Political Economics, 2017.

Anne de Bortoli, « Environmental performance of shared micromobility and personal alternatives using integrated modal LCA », Transportation Research Part D, travaux fondés sur des données parisiennes.

Apple Inc., Form 10-K 2024, p. 49 pour l'externalisation de la fabrication ; p. 28 pour les engagements et équipements liés aux partenaires ; section des risques, p. 8-9, pour les sources uniques ou limitées de composants.

Apur, Nourrir Paris et la métropole du Grand Paris – État des lieux de la filière alimentation et de sa résilience, octobre 2024.

Aulakh, M.S., Khera, T.S., Doran, J.W. et al., « Yields and nitrogen dynamics in a rice-wheat system using green manure and inorganic fertilizer », travaux agronomiques au Punjab, référencés par AGRIS-FAO.

Australian Prime Minister, « Final report of the Royal Commission into the Robodebt Scheme », 7 juillet 2023.

B

Banque européenne d'investissement, projets et instruments associés au Just Transition Mechanism et à la transition énergétique, pour le rôle des financements publics de long terme.

Banque mondiale, Revitalizing Punjab's Agriculture, rapport sur les transformations de l'agriculture du Punjab.

Bhandari, A.L., Ladha, J.K., Pathak, H., Padre, A.T., Dawe, D. & Gupta, R.K., « Yield and Soil Nutrient Changes in a Long-Term Rice-

Wheat Rotation in India », Soil Science Society of America Journal, 2002.

A. Blandford et al., « Patient safety and interactive medical devices: Realigning work as imagined and work as done », Clinical Risk, 2014, PMCID: PMC4361486.

C

Central Ground Water Board, Ground Water Quality in Shallow Aquifer of Punjab 2025.

Central Ground Water Board, Ground Water Resources of Punjab – 2024.

Cerema, Actualisation de la comptabilité des flux de matières en Centre-Val de Loire, Partie 1 : méthodologie et résultats, 2025.

Cerema, « Flux de matières et économie circulaire en Centre-Val de Loire : s'appuyer sur la comptabilité des flux pour éclairer les choix », 20 mars 2025.

Cerema, Guide de l'aménagement durable, 2023.

CERN Open Data Portal, « About ».

CERN Open Data Portal, documentation sur les niveaux de données.

CERN Open Hardware Licence, version 2, et OSHWA, liste des licences de matériel ouvert.

CERN, « Our Member States », 2026.

Charlotte Hess et Elinor Ostrom (dir.), Understanding Knowledge as a Commons, MIT Press, 2007.

Christine A. Tanner, « Thinking like a nurse: a research-based model of clinical judgment in nursing », Journal of Nursing Education, 2006, 45(6), p. 204–211.

CINEA, Public Sector Loan Facility under the Just Transition Mechanism.

CIPR, « Qui sommes-nous ? », « Organisation » et « Secrétariat ».

Cities of Making, projet de recherche européen sur la fabrication urbaine, 2017-2020, comparant Londres, Bruxelles et Rotterdam.

Commissariat général au développement durable, Comptabilité des flux de matières dans les régions et les départements - Guide

méthodologique, 2014, méthode inspirée du cadre Material Flow Analysis d'Eurostat.

Commission économique des Nations unies pour l'Europe (CEE-ONU), Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options, 2021-2022.

Commission européenne, AI Act, obligations applicables aux fournisseurs de modèles d'IA à usage général à partir du 2 août 2025 : documentation technique, information des fournisseurs en aval, politique de droit d'auteur, résumé du contenu d'entraînement ; obligations supplémentaires pour les modèles à risque systémique.

Commission européenne, cadre européen de l'économie sociale et instruments de financement social, notamment les ressources du Social Economy Gateway et du programme InvestEU.

Commission européenne, décision du 20 décembre 2022 relative aux engagements d'Amazon dans les affaires AT.40462 Amazon Marketplace et AT.40703 Amazon Buy Box.

Commission européenne, documentation du Digital Markets Act sur l'accès aux données, 2025-2026.

Commission européenne, documentation du Digital Markets Act sur l'interopérabilité, 2025-2026.

Commission européenne, documents du Just Transition Platform sur l'Espagne et les territoires charbonniers, utilisés pour replacer ces accords dans le cadre européen.

Commission européenne, « Energy communities » et « Setting up an energy community », consultation 2026.

Commission européenne, Guidelines on the scope of obligations for providers of general-purpose AI models under the AI Act, 18 juillet 2025, et documentation de l'AI Office.

Commission européenne, Just Transition Fund.

Commission européenne, Just Transition Mechanism.

Commission européenne, règlement sur les marchés numériques — Digital Markets Act — et documentation relative à l'accès aux données et à l'interopérabilité.

Commission européenne, Règlement (UE) 2021/1056 établissant le Fonds pour une transition juste.

Commission européenne, Représentation en France, « Non, l'UE n'interdit pas les cantines bio ! », 16 mai 2024.

Commission européenne, « Smartphones and Tablets – Ecodesign Requirements », règles applicables aux produits mis sur le marché à partir du 20 juin 2025.

Commission européenne, Social Economy Action Plan, 9 décembre 2021, et Transition Pathway for Proximity and Social Economy, 2022.

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR), Convention pour la Protection du Rhin, signée le 12 avril 1999 par les cinq États riverains concernés, la Suisse et la Communauté européenne.

Conseil de l'Europe, Charte européenne de l'autonomie locale, ouverte à la signature en 1985 et ratifiée par les 46 États membres du Conseil de l'Europe.

Conseil de l'Union européenne et Commission européenne, cadre des communautés énergétiques et de l'autoconsommation collective.

Conseil de l'Union européenne, « Travailleurs des plateformes : le Conseil adopte de nouvelles règles pour améliorer leurs conditions de travail », 14 octobre 2024.

Conseil européen / Union européenne, législation climat et objectifs de neutralité climatique à l'horizon 2050, pour le cadre général dans lequel s'inscrivent les mécanismes de transition européens.

Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, Accord de Paris, 2015.

Convention sur la diversité biologique, 1992, et Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal, 2022.

CoopCycle, documentation institutionnelle et présentation de la fédération, 2026.

Council of Europe, European Charter of Local Self-Government, documentation du Congrès des pouvoirs locaux et régionaux.

Cour suprême de Californie, *Castellanos v.*

Cour suprême du Royaume-Uni, *Uber BV and others v Aslam and others* [2021] UKSC 5, 19 février 2021.

D

Dan Woods, « TechShop Closes Doors, Files Bankruptcy », Make:, 15 novembre 2017 ; IEEE Spectrum, « TechShop Goes Bankrupt », 2017.

Daniel J. Elazar, *Exploring Federalism*, University of Alabama Press, 1987.

Deutscher Sparkassen- und Giroverband (DSGV), « Savings Banks Finance Group » et « Organisation ».

Directive (UE) 2024/1799 du Parlement européen et du Conseil du 13 juin 2024 établissant des règles communes visant à promouvoir la réparation des biens ; Commission européenne, « Directive on repair of goods ».

Directive (UE) 2024/2831 du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2024 relative à l'amélioration des conditions de travail dans le cadre du travail via une plateforme.

Donald A. Schön, *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*, Basic Books, 1983.

DSGV, « Sparkassen » et « Landesbanken ».

E

e-NABLE / Enabling The Future, ressources générales et collection e-NABLE du NIH 3D Print Exchange.

Eau de Paris, « Notre organisation » et « Le conseil d'administration », documents institutionnels.

Eau de Paris, *Rapport d'activité 2024*, publié en juillet 2025.

Elinor Ostrom, *Governing the Commons*, Cambridge University Press, 1990.

Elinor Ostrom, *Understanding Institutional Diversity*, Princeton University Press, 2005.

ENTSO-E, *Annual Report 2025*, publié le 1er juin 2026.

ENTSO-E, « Mission Statement » et « About », consultés en 2026.

ENTSO-E, « Official Mandates ».

ENTSO-E, « Power Regions ».

Erik Brynjolfsson, Danielle Li et Lindsey R. Raymond, « Generative AI at Work », NBER Working Paper 31161, 2023.

EU CAP Network, « Public procurement of locally sourced food: a COACH case study – Dordogne Department, France ».

EU CAP Network, « Public procurement of locally sourced food: Torres Vedras ».

Eurofound et Commission européenne, travaux sur la restructuration industrielle et l'anticipation du changement, utiles pour distinguer accompagnement individuel et transformation territoriale.

Eurostat, Economy-wide material flow accounts et règlement (UE) n° 691/2011 relatif aux comptes économiques européens de l'environnement.

F

Fab City Grand Paris, documents institutionnels consultés en 2026.

Fab Foundation, « Getting Started with Fab Labs » et Fab Charter, consultation 2026.

Fab Foundation, « Setting up a Fab Lab », consultation 2026.

Fab Lab Barcelona / CESIRE, projet FAIG, programme d'innovation éducative sur quatre ans soutenant l'apprentissage maker par projets reliés à des enjeux sociaux et aux communautés scolaires de Catalogne.

FAO, communication du 13 novembre 2025 sur SOFA 2025.

FAO, Fertilizer use by crop in India, étude du système riz-blé indo-gangétique.

FAO India, « FAO Brings Stakeholders Together to Advance Sustainable Rice–Wheat Systems in Northern India », 17 juillet 2025.

FAO India, « FAO highlights DSR for sustainable rice cultivation in Punjab », 17 avril 2026.

FAO, indicateur ODD 5.a.1 sur la propriété et les droits sécurisés des femmes sur les terres agricoles, données consultées en 2026.

FAO, indicateur ODD 5.a.2 sur l'égalité juridique des droits fonciers des femmes.

FAO, International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, pour les mécanismes internationaux relatifs aux

ressources phytogénétiques, à la conservation, à l'accès et aux droits des agriculteurs.

FAO, principes et travaux sur l'agroécologie.

FAO, The State of Food and Agriculture 2025 – Addressing land degradation across landholding scales.

Federal Court of Australia, discours du juge Emilios Kyrrou, « Mechanisms in the ART Bill to thwart Robodebt-type maladministration », 18 mars 2024.

Federal Trade Commission, « FTC, States Secure Settlement with Deere & Company, Advancing Farmers' Right to Repair », 8 juillet 2026.

Federal Trade Commission, FTC v.

Federal Trade Commission, Nixing the Fix: An FTC Report to Congress on Repair Restrictions, mai 2021.

Ford Motor Company, Integrated Sustainability and Financial Report 2026 couvrant l'exercice 2025, p. 4 et 7 : perturbations des chaînes et coopération avec les fournisseurs.

G

G. M. Goldman, « The tacit dimension of clinical judgment », Yale Journal of Biology and Medicine, 1990, 63(1), p. 47–61, PMCID: PMC2589248.

Gary Gereffi, John Humphrey et Timothy Sturgeon, « The Governance of Global Value Chains », Review of International Political Economy, 2005, pour la typologie de la gouvernance des chaînes.

GIEC AR6 WGIII, chapitre 5 : l'utilisation ou la redistribution visible des recettes des prélèvements carbone peut augmenter leur acceptabilité lorsqu'elle correspond à des conceptions reconnues de l'équité.

GIEC, AR6 WGIII, chapitre 6 « Energy systems ».

GIEC AR6 WGIII, synthèses sur l'approche Avoid-Shift-Improve dans les transports : éviter certains déplacements, déplacer vers des modes plus efficaces, puis améliorer les technologies restantes.

GIEC, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, notamment le chapitre 4 sur l'eau et les passages

consacrés aux effets des modifications des précipitations, sécheresses et inondations sur les rendements agricoles.

GIEC, Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, Working Group III, chapitre 10 « Transport ».

GIEC, Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, Working Group III, chapitre 5 « Demand, services and social aspects of mitigation ».

GIEC, Climate Change and Land, 2019, et AR6 WGII/WGIII, pour les relations entre agriculture, usages des terres, adaptation, sécurité alimentaire, émissions et séquestration.

Gouvernement du Canada, Algorithmic Impact Assessment tool, version consultée en 2026.

Gouvernement du Canada, Directive on Automated Decision-Making et Guideline on Service and Digital : exigences relatives à la transparence, à la responsabilité, à la légalité et à l'équité procédurale de l'automatisation administrative.

Gouvernement espagnol, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico / Instituto para la Transición Justa, accords et Convenios de Transición Justa.

Gouvernement fédéral allemand et autorités de Rhénanie-du-Nord-Westphalie, archives relatives à la fin de l'extraction de houille profonde en 2018 et aux politiques structurelles de la Ruhr.

Greater London Authority, The London Plan 2021, chapitre 6 « Economy », politiques E4 à E7.

Guégan, S. et al. / Ferme du Bec Hellouin / Institut Sylva, Maraîchage biologique permaculturel et performance économique, rapport final, 30 novembre 2015.

H

High Tech High, base publique de projets pédagogiques, San Diego.

I

Imanol Basterretxea, Chris Cornforth et Iñaki Heras-Saizarbitoria, « Corporate governance as a key aspect in the failure

of worker cooperatives », Economic and Industrial Democracy, 2020.

Indian Council of Agricultural Research, page « Punjab », consultée en 2026.

Inditex, Sustainability Report 2025, p. 25 et 106 : 6 684 usines dans 49 marchés et plus de trois millions de personnes dans la chaîne déclarée.

Initiativkreis Ruhr / Regionalverband Ruhr et littérature académique sur la transformation structurelle de la Ruhr.

INRAE, « Ferme du Bec Hellouin : la beauté rend productif », 2016, présentant l'étude « Maraîchage biologique permaculturel et performance économique ».

Insee, « Changer de commune de résidence ou de travail : quel impact sur les trajets quotidiens ? », Insee Analyses Île-de-France n°117, 16 juin 2020.

Insee, « Déplacements domicile-travail », Insee Flash Île-de-France n°16.

Insee, « Se déplacer en voiture : des distances parcourues une fois et demie plus importantes pour les habitants des couronnes que pour ceux des pôles », 2021.

Institut Paris Region, « État des lieux de la logistique en Île-de-France », 1er avril 2020.

Institut Paris Region, « La fonction logistique », Observatoire du fret et de la logistique en Île-de-France, consulté en 2026.

Institut Paris Region, « La logistique dans l'immobilier en Île-de-France – État des lieux au 1er janvier 2026 ».

Institut Paris Region, « L'empreinte spatiale de la logistique au défi de la sobriété foncière », Note rapide Économie n°992, 2023.

Institut Paris Region, « Les nouveaux territoires logistiques franciliens : éloignement et spécialisation », Note rapide Mobilité n°665, 2014.

International Accord for Health and Safety in the Textile and Garment Industry, version du 1er novembre 2023, notamment art. 17 et 19, ainsi que le mécanisme d'arbitrage contraignant.

International Labour Organization, Baiocco, Fernandez-Macías, Rani et Pesole, *The Algorithmic Management of Work and its Implications in Different Contexts*, 2022.

International Labour Organization et Joint Research Centre, *Algorithmic Management Practices in Regular Workplaces: Case Studies in Logistics and Healthcare*, 2024.

International Organization for Standardization, ISO/TC 104, *Freight containers*.

Internet Engineering Task Force, *principes et RFC relatifs aux standards Internet ouverts*.

IRENA Coalition for Action, *Community Energy Benefits: Powering Universal Wellbeing*, 2024.

IRENA Coalition for Action, *Stimulating Investment in Community Energy: Broadening the Ownership of Renewables*, 2020.

ISO 59020:2024, *Circular economy - Measuring and assessing circularity performance*, et documents connexes.

ISO, ISO 14044:2006, *Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines*, norme confirmée en 2022.

Ivan Illich, *La Convivialité*, Seuil, 1973 ; Richard Sennett, *Ce que sait la main*, Albin Michel, 2010 ; André Gorz, *Écologica*, Galilée, 2008.

Ivan Illich, *Tools for Conviviality*, Harper & Row, 1973.

J

Jacques Ellul, *La Technique ou l'enjeu du siècle*, Armand Colin, 1954.

Johnston Birchall et Lou Hammond Ketilson, *Resilience of the Cooperative Business Model in Times of Crisis*, Organisation internationale du Travail, 2009.

Johnston Birchall, *Resilience in a Downturn: The Power of Financial Cooperatives*, Organisation internationale du Travail, 2013.

Joint Research Centre, Commission européenne, Criteria for Sustainable Public Procurement for Food, Food Services and Vending Machines, 2025.

Joseph E. Stiglitz, « Knowledge as a Global Public Good », dans Inge Kaul, Isabelle Grunberg et Marc Stern (dir.), *Global Public Goods*, Oxford University Press / UNDP, 1999.

Joshi, K., Joshi, P.K., Khan, M.T. & Kishore, A., « Sticky Rice: Variety inertia and groundwater crisis in a technologically progressive state of India », travaux sur le Punjab.

L

Langdon Winner, *The Whale and the Reactor: A Search for Limits in an Age of High Technology*, University of Chicago Press, 1986.

Langdon Winner, *The Whale and the Reactor*, University of Chicago Press, 1986.

Laura Addati, Umberto Cattaneo, Valeria Esquivel et Isabel Valarino, *Care Work and Care Jobs for the Future of Decent Work*, Organisation internationale du Travail, 2018.

Lawrence Berkeley National Laboratory, Barbose, Darghouth, Hoen et Wiser, *Income Trends of Residential PV Adopters*, 2018.

Lawrence Berkeley National Laboratory, synthèse du 12 avril 2018.

Lewis Dijkstra, Hugo Poelman et Paolo Veneri, « The EU-OECD definition of a functional urban area », *OECD Regional Development Working Papers*, 2019/11.

Liesbet Hooghe et Gary Marks, *Multi-Level Governance and European Integration*, Rowman & Littlefield, 2001.

Lowder, S., Arslan, A., Cabrera Cevallos, C.E., O'Neill, M. & De La O Campos, A.P., *A global update on the number of farms, farm size and farmland distribution*, *FAO Agricultural Development Economics Working Paper*, 2025.

Lowder, S.K., Sánchez, M.V. & Bertini, R., « Farms, family farms, farmland distribution and farm labour: What do we know today? », *FAO*, 2021.

Lucas Aerospace Combine Shop Stewards Committee, Alternative Corporate Plan for Socially Useful Production, 1976 ; archives et témoignages réunis sur le projet The Lucas Plan / Inside Story.

Lucas Aerospace Shop Stewards Combine Committee, Alternative Plan, 1976, et littérature secondaire sur le Lucas Plan.

M

Marc Levinson, *The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger*, Princeton University Press, 2006, pour l'histoire économique de la conteneurisation

Matthew Gandy, *Concrete and Clay: Reworking Nature in New York City*, MIT Press, 2002.

MEAD Mouans-Sartoux, « Notre projet ».

Medicines Patent Pool, présentation institutionnelle consultée en 2026.

Métropole du Grand Paris, page « Agriculture et alimentation », consultée en 2026.

Métropole du Grand Paris, Plan Alimentaire Métropolitain 2024-2030, approuvé le 11 octobre 2024.

Métropole Européenne de Lille / Maison de l'Habitat Durable, présentation 2026.

Michael Polanyi, *The Tacit Dimension*, University of Chicago Press, 1966.

Mike Cooley, *Architect or Bee?*

Ministère de la Transition écologique, Guide pratique des projets alimentaires territoriaux, fiche sur Caen Normandie Métropole : diagnostic, concertation, planification foncière, économie de proximité, restauration collective et gouvernance alimentaire.

Ministère français de la Transition écologique, « Indice de durabilité », mise à jour 2025.

Ministère français de la Transition écologique, « Indice de réparabilité », mise à jour 2025.

Ministère français de l'Agriculture et recensements agricoles, références utilisées pour la problématique du renouvellement des générations et de la transmission des exploitations dans les pays industrialisés ; la phase bibliographique finale vérifiera les chiffres retenus à l'échelle nationale si l'édition les utilise.

Ministères français chargés de la transition écologique et de l'alimentation, Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat 2025-2030.

MIT Center for Bits and Atoms, présentation institutionnelle et programme How to Make (almost) Anything.

MONDRAGON, Annual Report 2013, p. 3 ; Annual Report 2014, p. 14-15 ; Annual Report 2023, p. 36, pour la crise Fagor, les aides à l'emploi et les mécanismes de solidarité.

MONDRAGON Corporation, « About us » et « MONDRAGON Principles », documents institutionnels consultés en 2026.

MONDRAGON Corporation, chronologie 1987.

MONDRAGON Corporation, chronologie 2016.

Mondragon Unibertsitatea, Faculty of Engineering, « About us », « Education Model » et documents du programme Dual.

Município de Pontão, Lei Municipal nº 1461, 24 octobre 2025, créant le Distrito da Reforma Agrária sur le périmètre de l'ancienne Fazenda Annoni.

Museu da República / IBRAM, fonds Roberto Cerqueira, dossiers « Fazenda Annoni » et « Fazenda Annoni após o assentamento dos Sem-Terra ».

N

National Institute of Standards and Technology, Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0), NIST AI 100-1, 2023.

National Renewable Energy Laboratory (NREL), Introduction to Microgrids, 2025 ; et Check the Stack: An Enabling Framework for Resilient Microgrids, 2018.

Nations unies, Département des affaires économiques et sociales, Population Division, World Urbanization Prospects 2025: Summary of Results.

Nations unies, World Urbanization Prospects 2025, méthodologie « Degree of Urbanization ».

New York City Council, Local Law 144 of 2021, pour la définition de l'audit de biais et les obligations relatives aux automated employment decision tools.

New York City DEP, bilan de mise en œuvre du Watershed Memorandum of Agreement, 1999.

New York City DEP, documents sur les programmes de protection du bassin versant.

New York City DEP, Drinking Water Supply and Quality Report 2024 et 2025.

New York City DEP, Watershed Memorandum of Agreement et Watershed Regulations, 1997.

New York City Department of Consumer and Worker Protection, Automated Employment Decision Tools.

New York City Department of Environmental Protection, « Water Supply », consulté en 2026.

NIOSH, Approaches to Safe 3D Printing: A Guide for Makerspace Users, Schools, Libraries, and Small Businesses, DHHS (NIOSH) Publication 2024-103, 2023.

NIST, Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0), NIST AI 100-1, 2023, et Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile, NIST AI 600-1, 2024.

NIST, Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile, NIST AI 600-1, 2024, mise à jour 2026.

Nordic Institute for Interoperability Solutions, documentation X-Road et gouvernance du développement ouvert.

NREL, Merefa Community Microgrid: Supporting Distributed Energy Resource Deployment in Ukraine, 2024.

O

OCDE, Cities in the World: A New Perspective on Urbanisation, 2020.

OCDE, Education at a Glance 2024, chapitre B3, « What are the key features of general and vocational upper secondary education? », 10 septembre 2024.

OCDE, « Exploring win-win outcomes of algorithmic management: Lessons from a laboratory experiment on worker consultation », OECD Artificial Intelligence Papers No. 43, 2025.

OCDE, Flavio Calvino, Daniel Haerle et Sarah Liu, Is generative AI a General Purpose Technology?

OCDE, Flavio Calvino, « Unlocking productivity with generative AI: evidence from experimental studies », 8 juillet 2025.

OCDE, « How widespread is algorithmic management in workplaces? », 2025.

OCDE, « OECD Definition of Cities and Functional Urban Areas », base et méthodologie.

OCDE, Pathways to Professions: Understanding Higher Vocational and Professional Tertiary Education Systems, OECD Reviews of Vocational Education and Training, 2022.

OCDE, Recent policy developments on AI in the labour market, OECD Artificial Intelligence Papers No. 63, 24 juillet 2026, pour les politiques récentes sur automatisation, compétences, protection des données, non-discrimination, santé au travail, transparence et dialogue social.

OCDE, Returns to Intangible Capital in Global Value Chains, 2020, p. 5 : estimation d'environ 27 % du revenu manufacturier attribué au capital immatériel pour la période 2005-2015 dans le périmètre étudié.

OCDE, Rural-Urban Partnerships: An Integrated Approach to Economic Development, 2013.

OCDE, Rural Well-being: Geography of Opportunities, 2020.

OCDE, travaux récents sur les effets distributifs des politiques climatiques et les instruments de transition juste.

OCDE, Trends in Global Value Chains, 2026, p. 9 : niveaux historiquement élevés du commerce lié aux chaînes de valeur en 2024 et part réelle proche de 17 % du PIB mondial entre 2022 et 2024.

OECD, OECD Supply Chain Resilience Review: Navigating Risks, 2025.

OIT, Artificial intelligence adoption and its impact on jobs, 31 mai 2025.

OIT, « ILO adopts guidelines on sustainable development, decent work and green jobs », 5 novembre 2015.

OIT, travaux sur les green jobs et la transition juste.

OIT, « Un emploi sur quatre à risque de transformation par l'IA générative », 20 mai 2025.

OIT, Workers' exposure to AI: What indicators tell us – and what they don't, 17 avril 2026.

OMC, décision du 30 août 2003 et amendement de l'accord ADPIC entré en vigueur le 23 janvier 2017, mécanisme permettant l'exportation de médicaments produits sous licence obligatoire vers des pays ne disposant pas de capacités suffisantes.

OMC, « TRIPS and public health: compulsory licensing ».

OMS, « Prequalification of health products », 11 juin 2026.

OMS, The selection and use of essential medicines, 2025: WHO Model List of Essential Medicines, 24th list.

ONU DI, Industrial Statistics Factsheet: Asia and Oceania 2025, p. 1 : 57,2 % de la valeur ajoutée manufacturière mondiale en 2024.

Open Source Ecology, Global Village Construction Set, documentation LifeTrac et historique des prototypes.

Open Source Hardware Association, Open Source Hardware Basics et FAQ, consultation 2026.

Open Source Medical Supplies et Nation of Makers, Design | Make | Protect, rapport d'impact sur la réponse maker à la pénurie de fournitures médicales de 2020.

Organisation de coopération et de développement économiques, travaux comparatifs sur la gouvernance multi-niveaux et l'investissement public territorial.

Organisation de coopération et de développement économiques, travaux sur les infrastructures numériques publiques, l'interopérabilité et les biens publics mondiaux.

Organisation des Nations unies, Objectifs de développement durable, notamment ODD 8 sur le travail décent, ODD 10 sur les

inégalités et ODD 13 sur l'action climatique ; utilisés comme cadre de référence, non comme démonstration d'une politique particulière.

Organisation internationale du travail, AI systems @ work: a changing psychosocial work environment, Working Paper 170, 2026.

Organisation internationale du travail, Climate change and financing a just transition, travaux sur les besoins de financement, dialogue social et protection des travailleurs.

Organisation internationale du Travail, Convention n° 140 sur le congé-éducation payé, 1974, notamment articles 1 à 6.

Organisation internationale du Travail, Convention n° 142 sur la mise en valeur des ressources humaines, 1975, et Recommandation n° 195, 2004

Organisation internationale du travail, dossier historique sur le Rana Plaza : effondrement du 24 avril 2013 et plus de 1 100 morts.

Organisation internationale du Travail et FAO, travaux sur le travail agricole, le travail saisonnier et les conditions d'emploi dans les systèmes agroalimentaires.

Organisation internationale du travail, Global case studies of social dialogue on AI and algorithmic management, Working Paper 144, 2025.

Organisation internationale du travail, Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all, adoptées par le Conseil d'administration de l'OIT en 2015 et publiées en 2016.

Organisation internationale du Travail, Guidelines for Cooperative Legislation, troisième édition révisée, 2012.

Organisation internationale du Travail, Pawel Gmyrek et al., Generative AI and Jobs: A Refined Global Index of Occupational Exposure, ILO Working Paper 140, Genève, 2025, DOI 10.54394/HETP0387.

Organisation internationale du Travail, portail thématique Artificial Intelligence / Intelligence artificielle, section « AI workforce ».

Organisation internationale du Travail, Recommandation n° 193 sur la promotion des coopératives, 2002, et guide d'information mis à jour en 2014.

Organisation internationale du Travail, ressources sur la négociation collective et la consultation.

Organisation internationale du Travail, « The role of collective bargaining in promoting just transitions », Working Paper 145, 2025.

Organisation internationale du travail, travaux sur la protection sociale universelle comme condition d'une transition juste et de l'adaptation au changement climatique.

Organisation internationale du Travail, « Worker cooperatives », mise à jour du 4 mars 2025.

Organisation internationale du Travail, World Employment and Social Outlook 2021: The role of digital labour platforms in transforming the world of work, Genève, 2021.

Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, documents sur licences, brevets et mécanismes de transfert de technologie.

Organisation mondiale de la Santé, documents relatifs à la surveillance épidémiologique, aux Règlements sanitaires internationaux et aux capacités de préparation.

Organisation mondiale de la Santé, « Essential medicines », 26 janvier 2026.

Organisation mondiale de la Santé, Règlement sanitaire international (2005), amendé selon les procédures applicables.

Organisation mondiale du commerce, Déclaration sur l'accord sur les ADPIC et la santé publique, WT/MIN(01)/DEC/2, 14 novembre 2001.

P

perspective.brussels, Observatoire des activités productives, consulté en 2026.

Pierre-Joseph Proudhon, Du principe fédératif et de la nécessité de reconstituer le parti de la Révolution, 1863.

Pierre Kropotkine, « Anarchism », Encyclopaedia Britannica, 1910.

Pierre Kropotkine, *Fields, Factories and Workshops*, 1899 ; édition révisée *Fields, Factories and Workshops Tomorrow*, 1912.

Pierre Kropotkine, lettre sur la Révolution russe, août 1920.

Pierre Kropotkine, *Mémoires d'un révolutionnaire*, partie VI, section 4.

Pierre Kropotkine, *Modern Science and Anarchism*, notamment chapitres 8 et 10, pour la critique de la centralisation et l'idée d'une organisation « du simple au composé ».

Platform Cooperativism Consortium, « Post-Mortem for Ampled », 12 mai 2024, et « Lessons from Failed Platform Co-ops », 26 mars 2024.

Platform Cooperativism Consortium, ressources sur les plateformes coopératives et leur définition : propriété partagée, gouvernance démocratique, co-conception et contrôle des infrastructures par les travailleurs ou utilisateurs concernés.

Port of Los Angeles, séries « Container Statistics » et communiqués 2021-2025.

Prefeitura Municipal de Pontão, « História do município », consultée en 2026.

Prix de la Banque de Suède en sciences économiques 2009, « Economic governance: the organization of cooperation », NobelPrize.org.

Programme des Nations unies pour l'environnement, *Emissions Gap Report 2025: Off Target*, 2025.

Programme des Nations unies pour l'environnement (UNEP) et International Resource Panel, *Global Resources Outlook 2024: Bend the Trend – Pathways to a Liveable Planet as Resource Use Spikes*, 2024.

Punjab Agricultural University, *A Saga of Progress*, compendium historique.

R

Royal, Jain et Lorig, « Rooftop and Community Solar Adoption with Income Heterogeneity », 2024.

Règlement (UE) 2019/1150 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2019, relatif à l'équité et à la transparence pour les entreprises utilisatrices de services d'intermédiation en ligne.

Règlement (UE) 2019/943 sur le marché intérieur de l'électricité et textes européens connexes relatifs à la coopération entre gestionnaires de réseau de transport.

Règlement (UE) 2024/1689, considérants 58, 93 et 96 : risques liés à certains services essentiels, importance du contexte de déploiement, identification des groupes affectés, supervision humaine et mécanismes de plainte.

Règlement (UE) 2024/1689 sur l'intelligence artificielle, article 27 : analyse d'impact sur les droits fondamentaux pour certains déploieurs de systèmes d'IA à haut risque, notamment organismes publics et certaines entités fournissant des services publics.

Règlement (UE) 2024/1781 établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception pour des produits durables (ESPR).

RIA, « Estonia and Finland to develop the X-road together », 18 novembre 2016.

RIA – Estonian Information System Authority, « Data exchange layer X-tee », 2026.

RIA, « Finland's and Estonia's data exchange layers connected to one another », 9 février 2018.

RIA, « The source code for the X-Road Center was published as FOSS », 10 octobre 2016.

Richard Baldwin, *The Great Convergence*, Harvard University Press, 2016, pour la transformation de la mondialisation par la baisse des coûts de coordination.

Richard Sennett, *The Craftsman*, Yale University Press, 2008 (trad. française : *Ce que sait la main*, Albin Michel, 2010).

Rodale Institute, *Farming Systems Trial 40-Year Report* et synthèses associées.

Rodale Institute, *Farming Systems Trial*, essai lancé en 1981 et toujours conduit en 2026.

Royal Commission into the Robodebt Scheme, recommandations 17.1 et 17.2 : cadre juridique cohérent pour

l'automatisation administrative, voie de recours, information publique, accès aux règles et algorithmes pour l'expertise indépendante, et organisme de surveillance/audit.

Royal Commission into the Robodebt Scheme, Report, Australie, 7 juillet 2023.

S

S. ten Kate et al., « Affordable passive 3D-printed prosthesis for persons with partial hand amputation », *Prosthetics and Orthotics International*, 2020.

Sabine Barles, travaux sur le métabolisme urbain et territorial.

Sabine Barles, travaux sur l'écologie territoriale et l'analyse des flux de matières, notamment « L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés », 2014.

Saioa Arando et al., travaux sur les mécanismes d'intercoopération de Mondragon lors de la crise de Fagor, notamment « Inter-Cooperation Mechanisms in Mondragon: Managing the Crisis of Fagor Electrodomésticos », 2018.

Scott Bader, « Our Constitution » et « Scott Bader Commonwealth », documents institutionnels consultés en 2026.

Sharryn Kasmir, *The Myth of Mondragon*, SUNY Press, 1996, et William Foote Whyte et Kathleen King Whyte, *Making Mondragon*, Cornell University Press, 1991, à confronter pour l'analyse critique du cas coopératif.

Sheila Jasanoff, *The Ethics of Invention: Technology and the Human Future*, W. W. Norton, 2016.

Stadt Wien, documents 2025 relatifs au « Produktives Hausfeld ».

Stadt Wien, Magistratsabteilung 18, *Fachkonzept Produktive Stadt*, 2017.

Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, *AI Index Report 2025*, chapitre Research and Development.

T

Terre de Liens, « La Fondation Terre de Liens », « Gouvernance de la Fondation Terre de Liens » et statuts de la Foncière Terre de Liens.

Toyota Motor Corporation, 75 Years of Toyota, « Production Parts Logistics ».

Toyota Motor Corporation, 75 Years of Toyota, « The Origins of Just-in-Time », ainsi que les pages consacrées au Toyota Production System et au kanban.

Toyota Motor Corporation, Integrated Report 2025, p. 4 et 17-18 : formation du groupe d'entreprises spécialisées et principes du Toyota Production System, dont le juste-à-temps.

U

U.S. Copyright Office, Section 1201 rulemaking, notamment 2021 et codification 37 CFR §201.40.

U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, MacDonald, J.M., Dong, X. & Fuglie, K., Concentration and Competition in U.S. Agribusiness, EIB-256, 2023.

U.S. Department of Commerce, « Results from Semiconductor Supply Chain Request for Information », janvier 2022.

U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, accord national avec Amazon annoncé le 19 décembre 2024 concernant les mesures ergonomiques dans les établissements de l'entreprise.

U.S. Environmental Protection Agency, documentation sur la Filtration Avoidance Determination pour les bassins Catskill/Delaware.

U.S. Environmental Protection Agency, Electronics Basic Information, Research, and Initiatives, mise à jour 2026.

U.S. Food and Drug Administration, Technical Considerations for Additive Manufactured Medical Devices, guidance, décembre 2017, et portail 3D Printing of Medical Devices.

U.S. House of Representatives, Select Bipartisan Committee to Investigate the Preparation for and Response to Hurricane Katrina, A Failure of Initiative, H. Rept. 109-377, 2006.

UN Trade and Development, Review of Maritime Transport 2025, pour les perturbations contemporaines du transport maritime, la volatilité des coûts, les détours de routes et la question de la résilience portuaire.

UNEP et International Solid Waste Association, Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an Age of Waste – Turning Rubbish into a Resource, 2024.

UNESCO, Convention on Technical and Vocational Education, 1989 ; UNESCO, Transforming Technical and Vocational Education and Training for Successful and Just Transitions: Strategy 2022–2029.

UNESCO, portail « Open Science », consulté en 2026.

UNESCO, Recommandation de l'UNESCO sur une science ouverte, 2021.

UNESCO, Recommandation sur les ressources éducatives libres, 2019.

Union européenne, cadres d'interopérabilité et exigences de portabilité des données dans la législation numérique.

Union européenne, directives et règlements relatifs à l'interopérabilité du système ferroviaire.

Union européenne, Traité sur l'Union européenne, article 5 : principes d'attribution, de subsidiarité et de proportionnalité.

Union internationale des chemins de fer et Agence de l'Union européenne pour les chemins de fer, documents sur l'interopérabilité et les spécifications techniques européennes.

Ursula Huws, Labor in the Global Digital Economy, Monthly Review Press, 2014.

USDA Economic Research Service, Fuglie, K. & MacDonald, J.M., « Expanded Intellectual Property Protections for Crop Seeds Increase Innovation and Market Power for Companies », 28 août 2023.

V

Valerio De Stefano, « Negotiating the algorithm: Automation, artificial intelligence and labour protection », ILO Employment Working Paper No. 246, 2018.

Ville de Lille, « Maison de l'Habitat Durable ».

Ville de Lille, page « Habitat durable ».

Ville de Mouans-Sartoux, « Alimentation durable », documents municipaux consultés en 2026.

Ville de Mouans-Sartoux, politique foncière agricole et programme « Le Citoyen Nourrit la Ville ».

W

Wander, M.M., Traina, S.J., Stinner, B.R. & Peters, S.E., « Organic and Conventional Management Effects on Biologically Active Soil Organic Matter Pools », Soil Science Society of America Journal, 1994.

Wienbibliothek im Rathaus, notice officielle du Fachkonzept Produktive Stadt, publication de Stadtentwicklung Wien, MA 18, 2017.

Wirtschaftskammer Wien, « Fachkonzept Produktive Stadt », mise à jour 2024.

World Wide Web Consortium, principes de standards ouverts et recommandations du Web.

INDEX GÉNÉRAL

Index analytique —
concepts, auteurs, institutions,
lieux et cas

Les pages signalées
privilégient les
développements substantiels
plutôt que chaque occurrence.

A

Accord de Paris : 671, 779,
781

ADPIC / TRIPS : 631–632,
669

agriculture industrielle :
110, 121, 147–148

Algorithmic Impact
Assessment (Canada) : 695

alimentation, systèmes
alimentaires : 13, 69, 86, 97,
104, 128, 136, 145, 149, 151–
152, 154, 159, 196, 402, 573,
575, 581–584, 593, 613–614

Allemagne, Ruhr : 741–
742, 780

annotation de données :
224

arbitrage : 41, 59, 75, 196,
227, 398, 466, 487, 538–539,
676, 684, 693–694, 698, 713–
714

ateliers numériques /
fablabs : 8, 304–308, 311, 316,
339–341, 387, 427, 457, 585

autarcie : 6, 37, 154, 191,
199, 203, 340, 364, 419, 514,
554

autonomie : 4, 11, 15, 22,
45, 135, 142, 213–214, 232,
238, 244, 247, 253, 259, 350,
526, 537, 558–559, 568, 570,
575, 723

B

Bec Hellouin : 144–145,
157, 165

biodiversité : 118, 139–
140, 620, 649, 663, 671, 765

biodiversité, échelle des
bassins : 68–70, 84–87, 92,
100, 102–103, 107, 118, 122,
139–140, 154, 458, 514, 531–
532, 649–650, 663

budgets carbone : 731,
748, 769

C

capacités territoriales :
574, 594–595, 597, 609, 617

CERN : 21, 34, 73, 131, 153,
186, 193, 195, 198, 203, 214,
217, 222, 224, 230–231, 248–
250, 262, 626–627, 668, 780

chaînes logistiques : 2, 8,
122, 170, 173, 199, 390, 572,
784

climat : 3, 13, 69, 98, 141–
142, 147, 152–153, 162, 165,
391, 425, 528, 547, 613, 647,
659, 689, 719, 778–779, 781–
782

commun cognitif : 286

communs : 11–12, 14, 125,
199, 228, 232, 268, 286, 334–
335, 357, 466–467, 472, 481,
484, 489, 494, 498, 500, 505,
508, 652

communs productifs : 12,
469–470, 472, 475–476, 482,
484, 488, 502, 504, 507, 794

compétences : 19, 22, 25,
29, 39, 269, 422, 431, 437, 439,
449, 458, 499, 519, 547, 553,
555, 579, 601, 659, 674, 681,
686, 702

concentration : 4, 17–18,
21–23, 32, 34–36, 40, 42, 45–
47, 49, 51, 56–57, 63, 66, 124,
133, 261

constitution minimale de
la transition : 772

conteneurisation : 29,
178–179, 193, 202

contre-expertise : 574,
593, 596, 602, 608–609, 618,
692, 694, 696

contre-proposition
productive : 738, 763, 772,
782

CoopCycle : 233, 243, 249

coopératives : 8, 12, 14, 44,
57, 233, 236, 242, 250, 355,
357, 377, 472, 485, 495, 498,
506, 510–513, 524–525, 545

crise / pouvoirs
d'urgence : 310, 314, 324–
325, 337, 339, 375, 502, 516,
540–542, 552, 555, 600, 610,
632–633, 676, 693, 711–712,
731, 735, 752, 754, 766–767,
772

cybersécurité : 237, 245,
288, 290, 368, 384, 386, 414,
711

cycle de vie : 272, 372, 385,
398, 414, 421, 611, 675, 681,
688–689, 697, 702, 713–714,
719

D

décroissance / sobriété
productive : 89, 106, 362, 366,
371, 412, 749–750, 758, 770–
771

dépendance : 6–7, 24, 26–
27, 44, 48, 51, 155, 188, 250,
269, 339, 352, 381, 459, 538,
578, 605, 702, 774, 783, 788,
798

désactivation
algorithmique : 220, 245

Doha, Déclaration : 631–
632, 669

dominance (évaluation) :
684

données agricoles : 135

données, portabilité : 135,
197, 212, 229, 231–232, 241,
250, 288, 298, 646–647, 671

droit à la réparation : 379,
394, 396, 421

droit d'arrêt : 43, 137, 169,
281, 333, 681–682, 703, 707,
712–713

droit de sortie : 22, 47–48,
53, 182, 195, 197, 212, 231,
245, 254, 256, 270, 274, 288,
291, 400, 416, 484, 494, 550–
551, 671, 685

E

e-NABLE : 116, 143, 158,
322–323, 340, 343, 390, 506,
525, 538, 678, 727, 778

eau : 27, 42, 66, 84, 138,
211, 305, 346, 350–351, 364,
369, 378, 418, 451, 511, 517,
529, 543, 570, 637, 639–640,
764

Eau de Paris : 479, 481,
508, 511

économie circulaire : 79,
612, 617

éducation polytechnique :
438, 442, 451–452, 463, 726,
737

effet rebond : 689, 731

emplois verts : 781

énergie distribuée : 345,
351, 589, 608, 726

ENTSO-E : 637–639, 664,
669–670

Espagne, transition juste
du charbon : 301, 369, 372,
385, 741–742, 780

évaluation multicritère :
552, 606, 660, 676, 708, 766

expertise : 447, 451, 461,
466, 476, 481, 489, 491–492,
505, 508, 520, 530, 539, 544,
548, 553, 574, 593, 596, 602,
608, 694, 710

externalités : 76, 183, 287,
503, 519–520, 562, 619, 621,
647, 653, 660, 667, 678, 764

F

Fagor : 44, 59, 495, 497,
508, 512, 525

Fazenda Annoni : 130,
163–164

fédéralisme : 517, 519,
540, 558

fédération : 87, 154, 164,
237, 515–519, 521, 524, 526,
538, 543–544, 549, 552–553,
555–556, 565, 567, 570, 791

flexibilité de la demande :
362, 384

foncier : 7, 70, 73–74, 80–
81, 90, 95, 99–100, 106, 125,
130–131, 474, 482–484, 511,
581, 585, 587–588, 608

fonds de transition : 744,
762, 764

formation professionnelle
: 44, 48, 70, 128, 130, 135, 151,
171–172, 177, 255, 431, 444–
446, 459, 544, 549, 607, 737,
755–756, 768, 772

G

garantie de revenu : 726,
734, 736, 772

garanties universelles :
651, 666

Green Revolution /
Révolution verte : 112–113,
118, 161

I

IA, intelligence
artificielle : 9, 251, 253, 261,
264, 268, 271, 279, 284, 295–
299, 340, 446, 593, 679, 687,
699, 714, 726, 784, 793–795

indicateurs : 34, 98, 116,
118, 157, 163, 198, 259, 281,
313, 376, 437, 488, 502–503,
552, 605, 617, 687, 706, 732,
740, 745, 765

industrie : 1, 4, 19–20, 22,
25, 32, 35, 54, 56–57, 80–81,
90, 109, 148, 310, 325, 403,
442, 449, 588, 741, 786

interdépendance : 6–7, 15,
30, 48, 63, 88, 99–100, 106,
155, 339, 352, 381, 459, 533,
538, 547, 551, 554, 560, 562,
662, 664, 759, 774, 791, 798

interopérabilité : 197, 212,
229, 231–232, 249–250, 271,
292, 298, 386, 402, 488, 529,
640–641, 671, 673, 703

J

just transition / transition
juste : 449, 727, 739, 742–743,
757, 759, 779–782

justice sociale : 581

K

Katrina : 542, 544, 561,
569

Kropotkine, Pierre : 1, 3–4,
7, 9, 11, 14, 16, 18–20, 56, 58,
61, 96, 112, 250, 299, 428, 461,
567, 784, 795

L

licences obligatoires :
631–633, 655, 669

Lille, Maison de l'Habitat
Durable : 594, 615

Londres, ville productive :
58, 79–82, 90, 100, 106, 299,
341, 382, 422, 718

Lucas Plan : 448, 464, 737,
781

M

maintenance : 54, 111,
125, 134, 150–151, 153, 184,
192, 197, 233, 245, 332, 392,
400, 402, 407, 409, 418–420,
490, 579, 681

Maison de la capacité
territoriale : 594, 597, 609

mandat : 135, 259, 273,
325, 451, 463, 476, 493, 500–
501, 503–505, 510, 515, 517,
521–523, 534, 555, 667, 669,
722

matériaux critiques : 752,
757–758

médicaments essentiels :
620, 630, 663, 668

Medicines Patent Pool :
669

métabolisme territorial :
602, 610, 613, 616

métropole : 61–67, 69–70,
74, 77–78, 82, 86–87, 91, 97–
100, 102, 104, 594, 615

microgrids / microréseaux
: 364–366, 381, 384–385

MONDRAGON : 44–47, 52,
59–60, 442–443, 463, 495, 497,
512, 524–525, 557, 561, 568–
569

Mouans-Sartoux : 583,
585, 608, 614

N

New York, bassin
Catskills-Delaware : 84–85,
100, 106–108, 234, 722

normes / standards
ouverts : 196–197, 401, 421,
560, 645, 660, 671, 795

notation / réputation
numérique : 206, 208, 211–
212, 215, 220, 224, 226, 231–
232, 244, 247, 401, 648

O

obsolescence : 190, 199,
337, 400, 412

open science / science
ouverte : 620, 624–625, 627,
667–668

Open Source Ecology :
326, 340, 344

Ostrom, Elinor : 166, 286,
302, 386, 425, 471, 490, 498,
509–510, 513, 570, 617, 672,
723

P

Paris, bassin alimentaire :
68–71, 75–76, 87, 100, 104–
106, 112, 300, 479–481, 508,
511, 617, 671, 719, 779, 781

participation citoyenne :
747

péréquation : 98, 526–527,
553, 557, 560–561, 568, 600,
607, 622, 641, 652, 660, 663,
764

pilotage / expérimentation
: 144, 215, 275, 285, 336, 352,
501, 584, 593, 614, 693, 700,
705, 707, 712–713, 726, 776

plateformes numériques :
2, 8, 12, 52, 58, 69, 73, 135,
205, 207, 212, 217, 221–222,
225, 229, 231, 233, 236, 238,
247, 249–250, 795

polyvalence : 438, 460

Port of Los Angeles : 181,
202

propriété intellectuelle :
133, 268, 630, 634, 654, 664,
672

propriété publique : 481,
746

Punjab : 113, 118–120,
138, 149, 156, 161–162, 166

R

rail, interopérabilité : 49,
65, 76, 101, 172, 174, 178, 180,
190, 196, 521, 529, 618, 620,
622, 640–641, 643, 658, 663,
673, 709

- rationnement : 752–753
- réemploi : 403–406, 421, 424–425
- remanufacture /
- reconditionnement : 403–404, 416–417, 424
- réparabilité : 134, 157, 337, 371, 392, 395–398, 410, 423–424, 447, 488, 598, 604, 675, 684–685, 702, 712, 730, 756
- réseaux électriques : 87, 192, 211, 261, 264, 291, 386, 451, 514, 519, 538, 551, 618, 622, 624, 637, 653, 663
- résilience : 69–70, 100, 104, 114–115, 127, 141–142, 147, 151, 153, 189–193, 197, 200, 203, 312, 366, 511, 575
- réversibilité : 417, 519, 586, 596, 611, 616, 675, 682, 685, 693, 712, 714, 716, 760
- révocabilité : 454, 521–523, 552, 791
- Rhine / Rhin, Commission internationale : 531–532, 569, 650, 672
- Robodebt : 703–704, 715, 721–722
- Rodale Farming Systems Trial : 146, 165
- Ruhr : 741–742, 780
- S**
- savoirs tacites : 217, 257, 435, 458, 460
- Scott Bader : 475–476, 508, 510
- semences : 7, 110, 125, 132–133, 142, 153, 156, 164, 576
- semi-conducteurs : 49, 169, 187, 190, 203, 499, 580
- services publics : 12, 283, 286, 330, 339, 453, 475, 480, 508, 545, 620, 623, 647, 691, 699, 704, 720, 764, 771, 777, 795
- seuils non négociables : 95, 114, 130, 308, 363, 425, 541, 655, 676, 683, 688, 692–693, 702, 707, 709–710, 713–714
- Smart / numérique public, X-Road : 643–645, 670–671
- sobriété : 89, 106, 362, 366, 371, 412, 749–750, 758
- sol : 3, 6–7, 44, 67, 74, 76, 90, 109, 121, 136–137, 141, 147, 152, 348, 384, 400, 525, 528, 583, 615, 679, 717
- souveraineté territoriale : 605
- Sparkassen : 533, 561, 569
- stockage d'énergie : 79, 84, 110, 117, 141–142, 153, 172, 181, 311, 347, 350, 359–361, 364–365, 372–373, 378, 384, 406, 530, 732
- subsidiarité : 240, 374, 379, 419, 518–519, 546–547, 560, 562–563, 568

suffisance : 68, 98, 100,
534, 560, 618, 675, 680, 692,
713

T

technique, critère
politique : 4–5, 8, 258, 296,
331, 446, 452, 454, 457, 459–
460, 463, 530, 549, 594, 673–
674, 676, 713, 723, 726, 758,
796

TechShop : 328–329, 340,
344

temps de travail : 284,
455–456, 460, 677, 688, 706,
735, 737, 763, 765, 771

Terre de Liens : 482, 508,
511

territoires : 4, 6, 54, 91–92,
97, 99, 155, 514, 516, 520, 527,
558, 575–576, 611, 650–652,
739–740, 776, 779, 783

Toyota / juste-à-temps : 30,
42, 59, 174–176, 199, 201–202

transition écologique :
126, 423–424, 613, 724, 775

transition industrielle :
742, 755

travail : 71, 126, 150, 167,
217–218, 221, 225, 248, 251–
252, 265, 281, 300, 445, 460,
463–464, 477, 510, 687, 721,
737, 778

travail de plateforme : 221

U

Union européenne : 249,
354, 395, 486, 518, 531, 547,
568, 617, 671, 673, 691, 782

V

véhicule électrique : 361,
697–698, 719

Vienne / Vienna,
Productive City : 48, 99, 121,
133, 170, 172, 179–180, 211,
241, 253, 256, 261, 276, 288,
290, 292–293, 331, 338, 587,
614, 713, 777

ville productive : 78–79,
82, 90, 587

X

X-Road / X-tee : 643–645,
670–671

CHAMPS, USINES, ATELIERS ET RÉSEAUX

Et si la question posée par Kropotkine à la fin du XIX^e siècle redevenait centrale au XXI^e ? Comment articuler production, autonomie, savoirs, techniques et formes de vie sans abandonner les sociétés à la dépendance industrielle, à la centralisation logistique et à la dépossession politique ?

Ce livre reprend l'intuition de *Champs, usines et ateliers* pour l'éprouver à l'âge des métropoles, des plateformes, des chaînes d'approvisionnement mondialisées et de l'intelligence artificielle. Il explore les conditions d'une société capable de recombinaison agriculture, industrie, artisanat, réseaux et intelligence collective sans tomber dans la nostalgie ni dans le culte naïf de la puissance technique.

Ni commentaire historique, ni simple manifeste, cette suite noosophique propose une enquête ample sur les communs, l'échelle, le travail, la coordination, la démocratie matérielle et les infrastructures d'autonomie. Elle cherche moins à idéaliser un modèle qu'à rouvrir une question stratégique : comment rendre à des communautés humaines la capacité de produire, décider et vivre sans être administrées de l'extérieur ?

Une suite historique à l'œuvre de Pierre Kropotkine,
pour penser l'autonomie productive à l'âge des réseaux.

Noosophe IA — sous la génération de *Hieronymus Anonymus*
Association Noosophique · Première édition — 2026