

Crise écologique

Le métabolisme de l'économie au cœur des enjeux

MÉTROPOLE GRAND LYON

UTOPIES ©

FEVRIER 2023
MÉTROPOLE DE LYON

COMMANDITAIRE
Direction de la prospective et du dialogue public
Nicolas Leprêtre

RECHERCHE, ANALYSE ET RÉDACTION
Boris Chabanel, UTOPIES
Membre du réseau de veille de la DPDP

RÉALISATION
Pamela Karam, UTOPIES

CRÉDITS ILLUSTRATION

La transition écologique, une transformation du « métabolisme » de l'économie ?

Si la prise de conscience de l'urgence écologique semble avoir atteint un niveau inédit à l'échelle mondiale, les actions engagées par les acteurs publics, les entreprises et les citoyens en faveur de la transition vers un mode de développement soutenable n'ont pas permis jusqu'ici d'infléchir les pressions exercées sur la planète et ses conséquences. **Comment déjouer cette incapacité à apporter des réponses à la hauteur de l'enjeu écologique ?**

Comme le suggère un nombre croissant de travaux, une voie pertinente consiste à **appréhender la question écologique sous l'angle du « métabolisme » de l'économie.** Aujourd'hui comme hier, il n'y a pas de création de richesses économiques sans consommation de ressources naturelles (matières et énergies). Aujourd'hui comme hier, le processus d'extraction, de transformation, d'accumulation et d'usage de ces ressources s'avère nécessairement générateur d'impacts sur l'environnement (émissions de de gaz à effet de serre, déchets et rejets polluants, déforestation et changement d'usage des sols, etc.). Mais ce qui fait toute la différence entre hier et aujourd'hui réside dans la croissance exponentielle des flux physiques découlant du fonctionnement de l'économie, et en premier lieu des économies développées. La production et la consommation des pays européens impliquent chaque année l'extraction de plusieurs milliards de tonnes de combustibles fossiles, métaux, minéraux, biomasse, etc. et l'émission de plusieurs milliards de tonnes de gaz à effet de serre et autres rejets dans l'environnement.

Le fait que les enjeux écologiques restent souvent abordés en silo – agenda climat, agenda biodiversité, agenda ressources… - témoigne plus particulièrement d'**une difficulté à faire le lien entre l'amont et l'aval du « métabolisme » de l'économie.** La nature et l'ampleur des flux de matières et d'énergie mobilisés par le système économique déterminent en effet la nature et l'ampleur des impacts sur l'environnement.
Reconnaître la dimension économique de l'urgence écologique conduit ainsi à envisager la transition vers un modèle de développement soutenable comme une transformation (quantitative et qualitative) des flux de matières et d'énergie mis en œuvre par l'économie.
Dans ce contexte, cette note vise à proposer un état des enjeux et conditions de soutenabilité du métabolisme de l'économie :

Que signifie la notion de métabolisme économique ?

Quelles sont les tendances en termes de consommation de ressources ?

Quelle contrainte de ressources à l'avenir ?

Quel est le lien entre l'ampleur et la nature des flux de ressources consommés par le système économique et la montée des menaces écologiques ?

Quelle inflexion des flux métaboliques faut-il envisager pour inscrire l'économie sur une trajectoire soutenable ?

Qu'en est-il du métabolisme de l'Europe ?

En quoi l'enjeu de soutenabilité du métabolisme de l'économie concerne-t-il en particulier les villes et quels leviers d'action s'offrent à elles ?

Sommaire

6 **#1 La croissance vertigineuse du métabolisme de l'économie mondiale**

8 **1.1** Métabolisme de l'économie : de quoi parle-t-on ?

10 **1.2** Extraction, stock, rejets : les trois facettes imbriquées du métabolisme de l'économie

12 **#2 Le métabolisme de l'économie face aux limites planétaires**

14 **2.1** L'extraction des ressources non renouvelable fait face à l'échéance du pic de production

16 **2.2** Les énergies renouvelables peinent à prendre le relais des énergies fossiles

18 **2.3** Le recyclage des métaux est incapable de satisfaire des besoins matériels croissants

20 **2.4** Des flux exponentiels qui menacent les conditions d'habitabilité de la planète

24 **2.5** Les limites planétaires : un cadre à ne pas dépasser pour l'économie

26 **#3 Réduire les flux métaboliques à un niveau soutenable : un défi sans précédent**

28 **3.1** Des décennies de « croissance verte » n'ont pas permis de découpler croissance économique et consommation de ressources

30 **3.2** Quels sont les caractéristiques d'un métabolisme soutenable à l'échelle mondiale ?

32 **3.3** Comment concilier développement humain et respect des limites planétaires ?

34 **#4 L'europe apparaît particulierement exposée à la contrainte de ressource**

36 **4.1** Comment mesurer la contribution de l'Europe aux impacts globaux ? La notion d'« empreinte environnementale »

38 **4.2** L'Europe contribue fortement à la croissance exponentielle de l'extraction de ressources...

40 ... et des émissions de gaz à effet de serre

42 **4.3** L'Europe a donc une responsabilité particulière à assumer pour infléchir le métabolisme mondial vers une trajectoire soutenable

44 **4.4** La dépendance de l'Europe à l'égard des ressources du reste du monde : un enjeu de résilience économique

46 **4.5** La maitrise des ressources constitue un socle de la stratégie industrielle et technologique de la Chine

48 **4.6** Quelle autonomie stratégique pour l'Europe ?

50 **#5 Transformer le métabolisme de l'économie : quels enjeux et quels leviers pour les villes ?**

52 **5.1** Concilier soutenabilité et autonomie stratégique...

53 ... à l'échelle des villes et des territoires dont elles dépendent

54 **5.2** Réduire les flux d'importation à fort enjeu en misant sur le circuit économique local

56 **5.3** Une boite à outil pour consolider le circuit économique local

58 ***Levier #1 :*** Sobriété des modes de vie

60 ***Levier #2 :*** Densification des échanges locaux

62 ***Levier #3 :*** Diversification du tissu économique

64 ***Levier #4 :*** Bifurcation vers des modèles économiques soutenables

66 ***Levier #5 :*** Valorisation du terroir de ressources

68 ***Levier #6 :*** Développement des compétences

70 **Bibliographie**

01

La croissance vertigineuse du métabolisme de l'économie mondiale

La révolution industrielle marque une rupture historique dans le métabolisme de l'économie mondiale.

Désignant la manière avec laquelle les sociétés humaines prélèvent des ressources naturelles (matières et énergies), les transforment, les utilisent et les rejettent in fine dans l'environnement, le concept de métabolisme socio-économique permet de prendre la mesure de l'accélération des flux biophysiques mis en jeu par l'économie depuis le 19ème siècle.

Les énergies fossiles constituent le carburant de l'ère industrielle. Offrant une puissance de travail inédite, elles permettent de décupler l'exploitation de l'ensemble des ressources naturelles. Cette nouvelle ère d'abondance matérielle ouvre la voie à une expansion sans précédent de la population et de la production de richesses, en premier lieu dans les pays occidentaux.

Le métabolisme de l'économie se caractérise par sa dynamique linéaire. La croissance des ressources prélevées alimente celle du stock de biens en usage (bâtiments, machines, etc.) et aboutit à une amplification des rejets vers les milieux naturels.

1.1 Métabolisme de l'économie : de quoi parle-t-on ?[1]

Une notion aux racines biologiques

Apparue au 19ème siècle, la notion de métabolisme désigne l'ensemble des réactions chimiques internes aux êtres vivants qui leur permet de se maintenir en vie, se reproduire, croître, communiquer, etc. Travaillant d'une part à extraire l'énergie des nutriments, par dégradation des molécules énergétiques (glucides, lipides...), et d'autre part à synthétiser les constituants nécessaires à la structure et au bon fonctionnement des cellules, le métabolisme implique le prélèvement de ressources externes (alimentation) et le rejet de substances à l'issue de ces réactions.

Comprendre les « structures biophysiques » des sociétés humaines

A partir des années 1960, un nombre croissant de travaux de recherche cherchent à mieux comprendre les dynamiques d'évolution et de renouvellement des « structures biophysiques » des sociétés humaines, c'est-à-dire les stocks de matières en usage : infrastructures, bâtiments, véhicules, machines et équipements, produits de consommation divers, etc. Emergeant dans la lignée de ces travaux, la notion de « métabolisme socio-économique » désigne la manière avec laquelle les sociétés humaines prélèvent des ressources dans la nature, les transforment et les distribuent pour constituer, entretenir et exploiter leurs structures biophysiques. Elle recouvre également les rejets de déchets et d'émissions dans l'environnement qu'entrainent ces processus.
Le concept de « métabolisme socio-économique » ne se résume pas à la métaphore biologique des échanges externes et transformations internes. Il propose une vision systémique des interactions société/nature en reliant l'analyse des stocks et flux biophysiques, et celle des processus sociaux, économiques, politiques ou culturels qui les sous-tendent.

Métabolisme socio-économique, un concept clé des sciences de la soutenabilité...

L'un des apports de l'analyse du métabolisme socio-économique est de montrer que l'ampleur et la nature des flux de matières et d'énergie mis en œuvre par les sociétés humaines déterminent les pressions qu'elles exercent sur la nature, et que la soutenabilité de ces flux dépend de leur compatibilité avec les capacités d'approvisionnement en ressources et d'absorption des rejets de la biosphère. Ce faisant, le concept de métabolisme socio-économique tend à s'imposer comme un concept fédérateur de nombreux travaux d'évaluation environnementale – comptabilité des flux de matières, analyse entrée-sortie étendue à l'environnement, analyse de flux de substances, analyse de cycle de vie, empreinte environnementale (écologique, carbone, matières...), etc. – et approches normatives – limites planétaires, économie biophysique, écologie industrielle et territoriale, économie circulaire, économie de fonctionnalité, bio-mimétisme, etc.

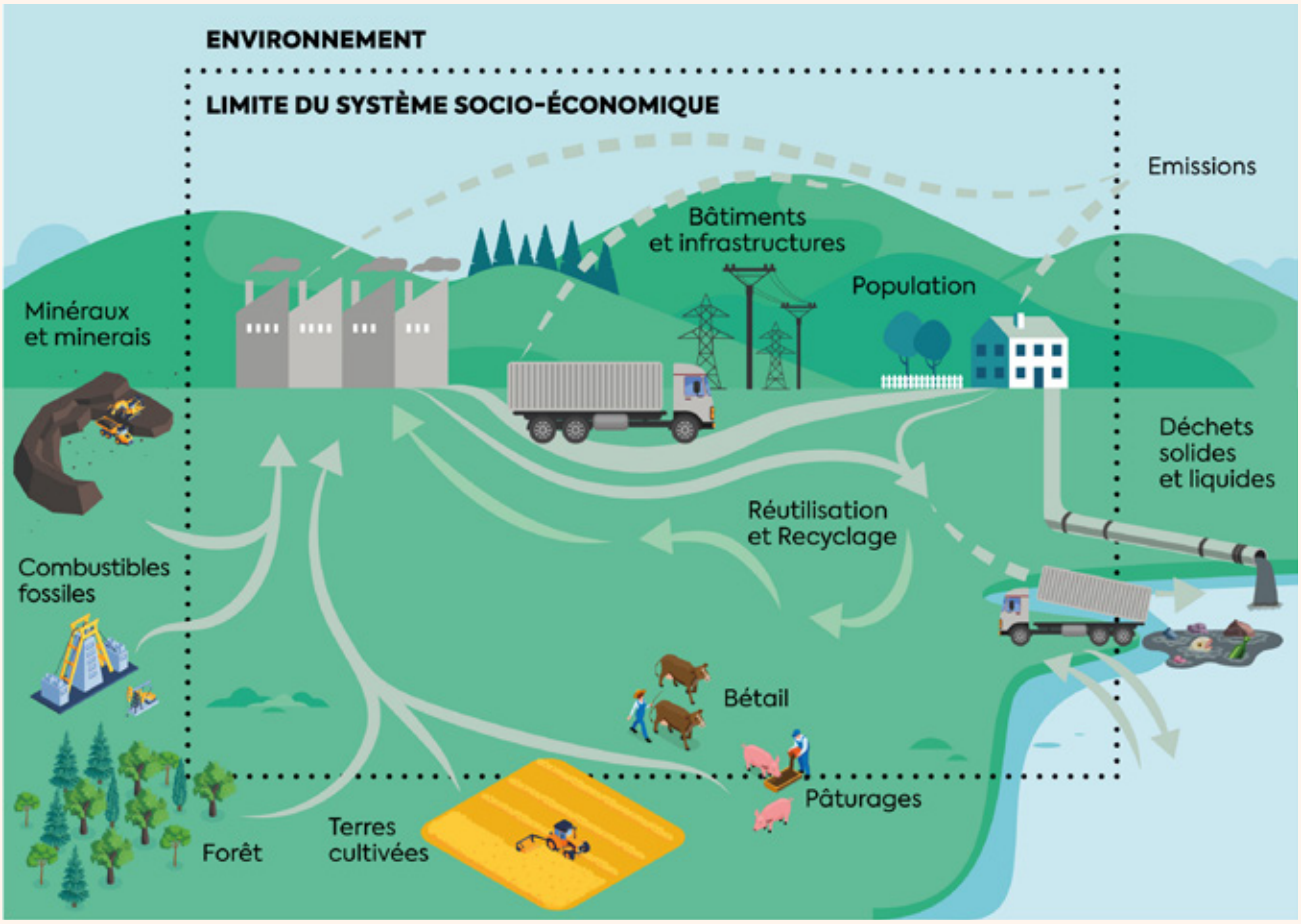
... qui trouve une déclinaison territoriale

Apparue dès les années 1960, la notion de « métabolisme urbain » désigne l'ensemble des flux d'énergie et de matière mobilisés par les villes, c'est-à-dire importés, transformés, consommés, exportés ou rejetés dans l'environnement. Est alors mis en évidence le métabolisme spécifique des villes, puisqu'elles se caractérisent par une forte concentration d'habitants, la mobilisation de flux d'énergie et de matières élevés, et la production de flux de déchets et d'émissions dans l'environnement tout aussi importants. Une préoccupation de longue date de ce courant de recherche concerne les relations entre l'urbanisation, la densité, la forme urbaine et les besoins en ressources et la production de déchets des villes.
Mobilisant le concept de métabolisme urbain (ou territorial), les travaux d'écologie territoriale s'intéressent en particulier aux acteurs impliqués, aux systèmes techniques en place et à la gouvernance sous-jacente la matérialité des sociétés inscrites dans un territoire donné.

Les activités économiques constituant une dimension importante du métabolisme des sociétés, les analyses qui suivent retiennent la notion de « métabolisme de l'économie ».

REPRÉSENTATION SIMPLIFIÉE DU MÉTABOLISME SOCIO-ÉCONOMIQUE

Source
UTOPIES à partir de Haberl et alii, 2019



La notion de « métabolisme socio-économique » désigne la manière avec laquelle les sociétés humaines prélèvent des ressources naturelles, les transforment, les utilisent et les rejettent dans l'environnement.

1.2 Extraction, stock, rejets : les trois facettes imbriquées du métabolisme de l'économie[2]

Multipliée par 13 depuis 1900, l'extraction mondiale annuelle atteint 85 milliards de tonnes en 2015

L'accélération est particulièrement nette au cours des décennies d'après-guerre (reconstruction et consommation de masse), mais également à partir des années 2000, marquées par l'essor des économies émergentes et le maintien de la consommation des pays dits développés à un niveau soutenu. Cet accroissement est près de trois fois supérieur à celui de la population mondiale, la consommation de ressources par habitant et par an passant de 4,6 à 12,2 tonnes.

Cet essor s'appui pour l'essentiel sur l'exploitation de ressources non renouvelables

A partir des années 1960, pour la première fois dans l'histoire, les activités humaines basculent d'un métabolisme reposant principalement sur la biomasse – ressources issues de l'agriculture, de la forêt et de la mer dont le stock peut se reconstituer sur une période relativement courte – vers un métabolisme non renouvelable – où dominent désormais les minéraux de construction, combustibles fossiles et dérivés, minerais métalliques, minéraux industriels (ceux-ci représentent aujourd'hui environ les ¾ de l'extraction mondiale).
Cette évolution reflète non pas un recul de l'extraction de biomasse, qui a quadruplé sur la période, mais une augmentation bien plus rapide encore (facteur 30) de l'extraction de ressources non renouvelables.

Le stock de biens matériels est multiplié par 27 sur la période

Autre inflexion majeure du métabolisme mondial au cours du 20ème siècle, une part croissante des ressources extraites est utilisée pour accroitre ou renouveler le stock de biens en usage (infrastructures, bâtiments, machines, appareils électriques et électroniques, meubles et autres biens durables) plutôt que pour des usages énergétiques (alimentation humaine et animale, combustion d'énergies) et dissipatifs (matières consommées généralement dans l'année qui suit l'extraction : par exemple, engrais, lubrifiants...).

Ces extractions entrainent in fine une explosion des rejets vers l'environnement

Quel que soit le type d'usage, le métabolisme de l'économie mondiale entraine des rejets vers l'environnement : émissions atmosphériques, excréments et rejets de stations d'épuration, polluants industriels, déchets solides et liquides, flux dissipatifs lié à l'usure des chaussées et à l'épandage de substances chimiques, etc. Entre 1900 et 2015, la quantité annuelle de matières restituées à l'environnement a été multipliée par 8 pour atteindre 58 milliards de tonnes.

Et si le métabolisme mondial convergeait vers celui des pays riches ?

Une étude récente de l'Université des ressources naturelles et des sciences de la vie de Vienne a cherché à estimer ce que pourrait impliquer à l'horizon 2050 une convergence mondiale vers le métabolisme actuel des pays industrialisés, associée à la croissance de la population mondiale prévue à cet horizon et à la poursuite des progrès passés en matière de productivité des ressources.
Dans ce scénario, en 2050, l'extraction annuelle de ressources approche les 220 milliards de tonnes (x2,5 par rapport à 2015), le stock dépasse les 3000 milliards (x3), les rejets passent la barre des 100 milliards (x2).

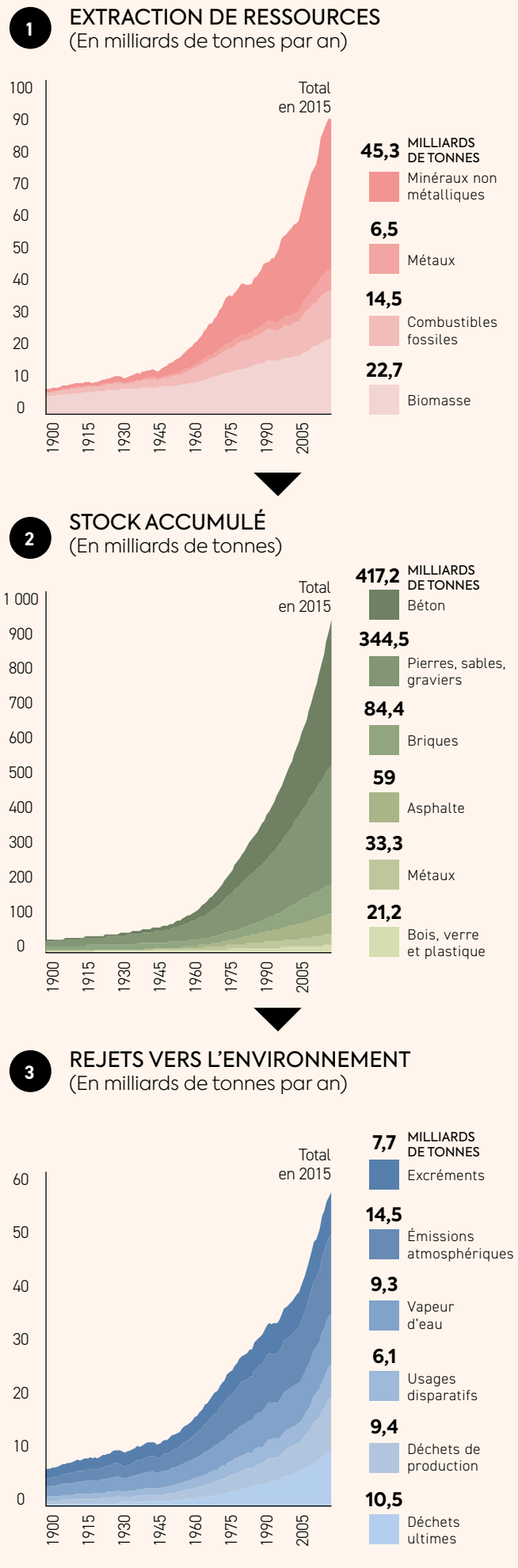
PANORAMA DU MÉTABOLISME DE L'ÉCONOMIE MONDIALE

FLUX METABOLIQUES ENTRE 1900 ET 2015

Lecture
En 2015, à l'échelle mondiale, 6,5 milliards de tonnes de métaux ont été extrait, le stock de béton accumulé s'élève à 417,2 Mds t., et 14,5 Mds t. d'émissions ont été rejetées dans l'atmosphère.

Source
Krausmann Fridolin et alii (2018)

A partir des années 1960, pour la première fois dans l'histoire, les activités humaines basculent d'un métabolisme reposant principalement sur la biomasse [...] vers un métabolisme non renouvelable



02

Le métabolisme de l'économie face aux limites planétaires

Est-il possible et souhaitable de poursuivre la croissance de l'extraction mondiale de ressources et dépasser les 200 milliards de tonnes par an en 2050 ?

Pour la science économique standard, la question de la disponibilité des ressources n'a pas lieu d'être. Tout risque d'épuisement peut être contrecarré grâce aux mécanismes de marché et au progrès technique, dont les effets combinés incitent les acteurs économiques à réduire leur consommation de ressources rares, rechercher et mettre en exploitation de nouveaux gisements, développer des substituts plus compétitifs à certaines ressources, ou encore augmenter le recyclage.

Toutefois, la montée et la volatilité des prix des matières et de l'énergie au cours des 20 dernières années montrent que la contrainte de ressource n'est pas un enjeu du passé. Les ressources qui ont forgé l'abondance matérielle de l'ère industrielle (énergies fossiles et métaux) sont non seulement disponibles en quantité limitée, mais leur exploitation est soumise à des rendements décroissants. En outre, les ressources renouvelables semblent difficilement en mesure de prendre le relais tant quantitativement que qualitativement.

La croissance exponentielle du métabolisme de l'économie mondiale apparait d'autant moins soutenable qu'elle constitue une menace directe pour le fonctionnement du système Terre (climat, écosystèmes, etc.). De fait, la préservation des conditions d'habitabilité de notre planète semble non seulement incompatible avec la poursuite de la croissance de l'extraction mondiale, mais appelle au contraire une réduction des flux de matières et d'énergies.

2.1 L'extraction des ressources non renouvelable fait face à l'échéance du pic de production[3]

L'exemple emblématique du « peak oil »

Bien que leur poids dans le métabolisme mondial soit sensiblement moindre que celui des minéraux non métalliques et de la biomasse, les énergies fossiles et les métaux présentent un caractère stratégique pour le fonctionnement et les infrastructures du système économique.

Or, si jusqu'ici l'offre est parvenue à suivre la croissance de la demande, cela semble loin d'être acquis à l'avenir. Rencontrant plusieurs limites physiques et économiques, l'extraction de ces ressources devrait s'arrêter bien avant d'arriver au « dernier baril » disponible comme le montre le cas emblématique du peak oil.

Des découvertes annuelles en deçà de la demande

Depuis les années 1980, nous consommons chaque année plus de pétrole que nous n'en découvrons et les découvertes ont atteint un minimum record au cours des dernières années. En conséquence, la production de pétrole conventionnel a atteint un pic en 2008 et décline depuis lors. Ce recul a pu être compensé par l'essor de l'exploitation des gisements d'hydrocarbures non conventionnels américains. Mais ces derniers présentent cependant des limites non négligeables (débits moyens inférieurs, déclin plus rapide des puits...) qui poussent à la hausse les coûts de production.

Une production soumise à des rendements décroissants

Au fil du temps, l'extraction se porte progressivement sur des gisements de moindre qualité (moins volumineux, moins concentrés, moins accessibles), ce qui implique d'engager des moyens toujours plus importants (prospection, études, machines, infrastructures, etc.) pour obtenir la même quantité de ressource.

La production pétrolière fait face à une dégradation de son rendement énergétique (rapport entre l'énergie produite et l'énergie qui a été consommée pour la produire, ou « energy return on energy invested » en anglais) : alors que l'on obtenait 50 barils de pétrole pour 1 baril utilisé dans les années 1930-40 au niveau mondial, ce ratio se situerait aujourd'hui à 15 pour 1 et serait bien inférieur pour les pétroles non conventionnels. De fait, la production ne peut se poursuivre si le retour sur investissement devient nul. Plus largement, la dégradation du rendement énergétique menace à termes la quantité d'énergie nette disponible pour la société.

Les limites de solvabilité de la demande

Il ne suffit pas de répercuter sur le consommateur l'augmentation du coût d'extraction des ressources pour résoudre le problème de leur disponibilité. Comme le montrent les crises économiques consécutives aux chocs pétroliers, au-delà d'un certain niveau de prix, la demande ne peut plus suivre ou impose des arbitrages au détriment d'autres postes de consommation.

Les rendements décroissants de l'extraction de combustibles fossiles et de métaux tendent à se combiner

D'un côté, l'exploitation d'énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) moins accessibles entraine un besoin accru en métaux (par exemple, pour construire les plateformes deep offshore). De l'autre, l'extraction de minerais de métal moins concentrés implique de mobiliser davantage d'énergie pour creuser toujours plus profond et séparer les métaux du reste de minerai.

De fortes incertitudes pour les années qui viennent

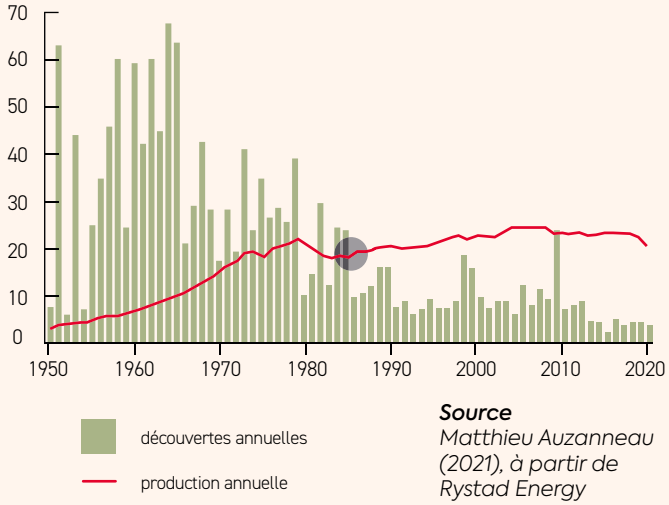
Selon l'Agence Internationale de l'Energie, un doublement, voire un triplement, de la production non conventionnelle américaine serait nécessaire pour compenser le déclin du pétrole conventionnel et satisfaire la demande mondiale de pétrole à l'horizon 2025. Or, de son propre aveu, l'AIE estime ce scénario peu probable en raison notamment de :

La production pétrolière fait face à une dégradation de son rendement énergétique

• L'absence de rentabilité et la dette considérable accumulée par la production non-conventionnelle américaine, en raison des coûts de production et de la volatilité des prix du pétrole;
• La nécessité de mettre en production d'importantes découvertes de pétrole encore hypothétiques;
• La pression croissante des politiques et des citoyens en faveur de la lutte contre le changement climatique et donc la décarbonation de l'économie;
• La réorientation des investissements en faveur des énergies renouvelables;
• Des réticences croissantes des investisseurs, assureurs et des entreprises à poursuivre le développement des énergies fossiles en raison des points précédents.

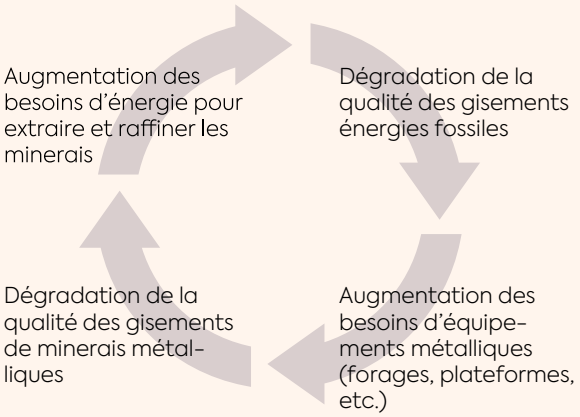
Un resserrement de l'offre de pétrole apparait ainsi comme un risque majeur d'ici 2030, d'autant plus plausible si l'effondrement des investissements observé en 2020 devait se poursuivre.

ÉVOLUTION DES DÉCOUVERTES ET DE LA PRODUCTION ANNUELLES DE PÉTROLE CONVENTIONNEL
(EN MILLIARDS DE BARILS)



Source
Matthieu Auzanneau (2021), à partir de Rystad Energy

L'INTERDÉPENDANCE ENTRE EXTRACTION D'ÉNERGIES FOSSILES ET EXTRACTION DE MÉTAUX



Source
UTOPIES, à partir de P.Bihouix, 2014 et F. Fizaine, 2014

2.2 Les énergies renouvelables peinent à prendre le relais des énergies fossiles[4]

Les investissements dans les énergies renouvelables sont encore insuffisants

Si les énergies renouvelables (ENR) représentent désormais près des ¾ des investissements en faveur de la production d'électricité au niveau mondial, plus de 60% de l'électricité est encore produite à partir des énergies fossiles. Surtout, l'exploitation des énergies fossiles représente toujours plus de la moitié de l'ensemble des investissements dans de nouvelles capacités de production d'énergie dans le monde.

Le déploiement des technologies bas-carbone implique une consommation massive de ressources non renouvelables

Les scénarios de transition énergétique visant une décarbonation et une électrification du mix énergétique mondial s'appuient un déploiement massif des technologies éolienne, photovoltaïque et des véhicules électriques.

Cohérent avec les accords de Paris sur le climat, le «Sustainable Development Scenario» (SDS) de l'Agence internationale de l'énergie prévoit une multiplication par 3 des capacités de production éolienne et photovoltaïque et des kilomètres de réseau électriques installés chaque année dans le monde entre 2019 et 2040, ainsi qu'une multiplication par 25 des ventes annuelles de véhicules électriques (pour atteindre plus de 70 millions de vente en 2040).
Or, ces technologies présentent une intensité matérielle (kg de matières nécessaires par KWh) nettement supérieure aux technologies électriques conventionnelles (fossiles, nucléaire).
Le scénario SDS impliquerait ainsi un quadruplement des ressources minérales (cuivre, zinc, nickel, cobalt, graphite, terres rares, etc.) nécessaires chaque année au déploiement des technologies électriques bas carbone entre 2020 et 2040 pour atteindre près de 30 millions de tonnes à cet horizon. Le déploiement des technologies électriques bas carbones deviendrait le principal facteur de croissance de la demande mondiale de minéraux. Il est important de noter que le développement du parc de véhicules électriques et batteries associées représente à lui seul la moitié du besoin de matières, suivi par l'expansion des réseaux électriques.

On peut légitimement s'interroger sur la capacité à mettre en œuvre ce type de scénario dans la durée. Comment mettre à disposition une telle quantité de matières premières, pour certaines d'ores et déjà considérées comme critiques, dans un contexte de moindre qualité des gisements et de moindre disponibilité des énergies fossiles pour les exploiter (voir plus haut) ? De fait, les technologies bas-carbone ne font pas disparaitre les préoccupations concernant la volatilité des prix et la sécurité d'approvisionnement. Les activités d'extraction et de raffinage des matières concernées apparaissent en effet plus complexes et concentrées à l'échelle mondiale que pour les combustibles fossiles, et impliquent une croissance considérable des investissements pour satisfaire les besoins de la transition énergétique.

Les énergies renouvelables ne peuvent offrir les mêmes services énergétiques que les énergies fossiles

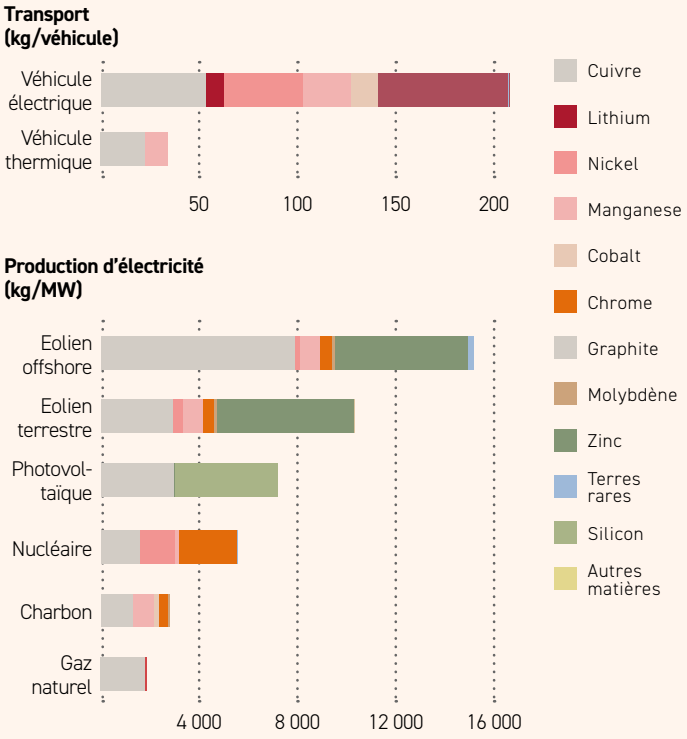
Aucune source d'énergie renouvelable ne présente les mêmes qualités de densité énergétique, de facilité de transport et de polyvalence que celles qu'offre le pétrole. Notons par exemple que la densité énergétique d'une batterie électrique est de 100 à 150 fois inférieure à celle du pétrole.

Jusqu'ici toute nouvelle ressource énergétique s'est additionnée aux précédentes

Une perspective historique montre enfin que, si la part relative des différentes sources d'énergie dans le mix énergétique global peut évoluer au cours du temps, cela ne signifie pas nécessairement que la consommation des autres sources d'énergie est en train de décroître. Nous ne sommes par exemple jamais sortis de l'âge du charbon puisque nous n'en avons jamais extrait autant qu'aujourd'hui, même si sa part relative a diminué.
Il en est de même pour l'ensemble des énergies fossiles dont la part dans la demande mondiale d'énergie primaire a peu reculé au cours des dernières décennies (77% en 2021).

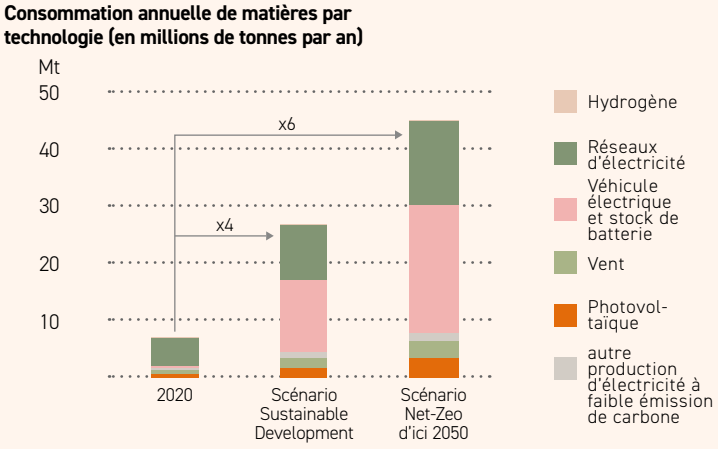
Aucune source d'énergie renouvelable ne présente les mêmes qualités de densité énergétique, de facilité de transport et de polyvalence que celles qu'offre le pétrole.

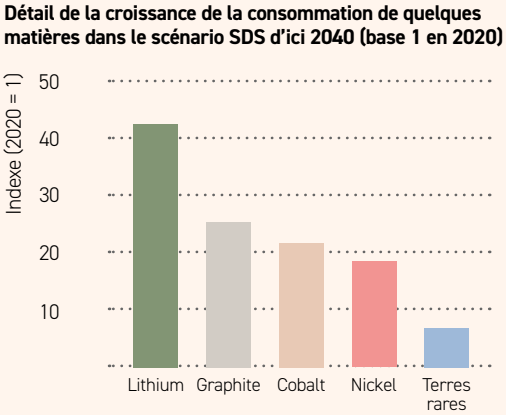
INTENSITÉ MATIÈRES DE DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES ÉNERGÉTIQUES BAS-CARBONE



Source : *IAE, 2021*

EVOLUTION DES BESOINS DE MATIÈRES NÉCESSAIRES AUX TECHNOLOGIES BAS-CARBONE SELON LES SCÉNARIOS ÉNERGÉTIQUES DE L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE





Source : *IAE, 2021*

2.3 Le recyclage des métaux est incapable de satisfaire des besoins matériels croissants[5]

L'amélioration du recyclage présente plusieurs avantages et une forte marge de progrès

En théorie, le recyclage des rebuts de fabrication et des produits hors d'usage peut permettre de réduire la pression sur les ressources naturelles concernées, les coûts de production ainsi que les rejets vers les milieux naturels.

Les marges de progrès s'avèrent d'ailleurs très importantes : à l'échelle mondiale, sur les 32,6 milliards de tonnes de matières collectées en tant que déchets en 2020, seuls 27% sont recyclés. Parmi les métaux, seuls les plus utilisés (cuivre, plomb, fer, aluminium...) ou les plus précieux (or, argent, platine) bénéficient d'un taux de recyclage importants.

Néanmoins, les efforts de recyclage butent en pratique sur plusieurs freins.

Les produits ne sont pas conçus de façon à optimiser le recyclage

La diversité, la complexité et la miniaturisation croissantes des produits (en particulier les technologies hi-tech), des composants (dizaines de métaux différents dans un téléphone portable ou un ordinateur) et des matières (milliers d'alliages métalliques différents, mélange de plastiques et d'additifs, matériaux composites) ne permettent pas d'identifier, de séparer et de récupérer facilement les matières premières.

Ces contraintes empêchent en particulier de recueillir les matières sous leur forme la plus pure, ce qui entraine une dégradation de leur qualité d'usage, et les réserve de fait à des applications peu exigeantes. Les usages nécessitant des performances élevées (en particulier les produits hi-tech) reposent toujours sur des ressources primaires.

Sur un plan économique, seules les matières présentes à des concentrations suffisamment élevées dans les produits en fin de vie s'avèrent suffisamment rentables pour être recyclées. C'est ce qui explique que la quasi-totalité des métaux rares présents en petites quantité dans les produits hi-tech sont très peu ou pas recyclés aujourd'hui. Plus largement, la compétitivité des matières recyclées dépend du prix des matières primaires et de celui de la mise en décharge des déchets.

Un recyclage amélioré n'empêche pas la dissipation irréversible des métaux

L'usage de certains métaux n'est pas exempt de formes dissipatives qui rendent ceux-ci définitivement irrécupérables : additifs chimiques dans les verres, les plastiques, les encres, les peintures, les cosmétiques, les fongicides, les lubrifiants etc.

D'une manière générale, même si nous étions capables de mettre en œuvre des cycles de recyclage multiples, les ressources initiales finissent par disparaitre irrémédiablement. Par exemple avec un métal recyclé à 50%, après seulement quatre cycles, presque 95% de la quantité de départ est déjà perdue.

Même maximal, le recyclage est nécessairement insuffisant pour satisfaire des besoins matériels croissants

Le concept d'économie circulaire est souvent assimilé à l'idée que l'augmentation du taux de recyclage des matières contenues dans les produits en fin de vie impliquerait mécaniquement une augmentation de la part des matières secondaires dans la consommation de ressources et une réduction de l'extraction de matières primaires.

Or, cette équation ne tient pas dès lors que les besoins matériels à satisfaire demeurent en croissance (la croissance de la consommation pour les métaux de base est comprise entre 2 et 3% par an depuis plus d'un siècle). Comme l'illustre le schéma ci-dessous : entre le moment t où une matière est ajoutée au stock en usage et le moment t+n où elle redevient disponible pour le recyclage, ce volume de matière s'avère insuffisant pour satisfaire des besoins qui auraient continués de croitre entre t et t+n. L'écart entre le volume recyclé et le volume consommé sera alors comblé par la consommation de ressources naturelles primaires.

A l'échelle mondiale, moins de 9% des 100 milliards de tonnes de matières consommées en 2020 sont issues de boucles de recyclage.

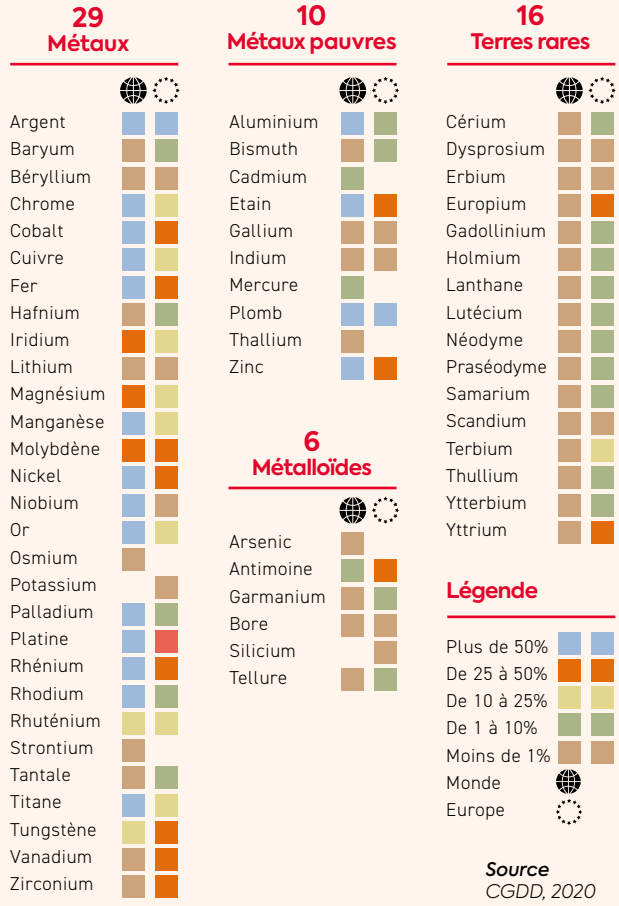
De plus, même à consommation constante de matières, la disponibilité des matières pour le recyclage dépend de leur temps de séjour dans le stock (décalage temporel).

A l'échelle mondiale, moins de 9% des 100 milliards de tonnes de matières consommées en 2020 sont issues de boucles de recyclage.

Substituer un métal par un autre n'offre qu'un court répit face aux limites du recyclage

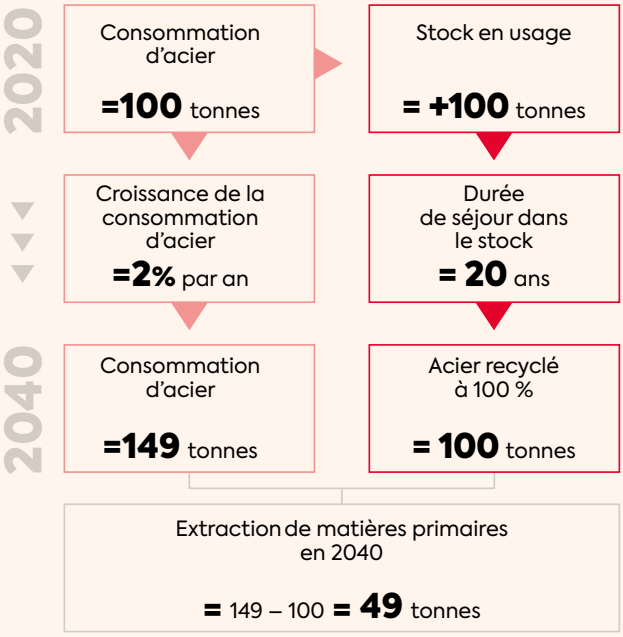
Le nombre d'éléments naturels composant le tableau de Mendeleïev étant par nature fini, le nombre de substitution possible l'est aussi. De plus, il existe de multiples obstacles techniques (pertes de performance), économiques (prix des substituts, nécessité de changer de technologies et d'équipements, etc.) ou géologiques. Du reste, la substitution ne constitue in fine qu'une solution provisoire : en reportant la demande sur d'autres métaux, elle ne permet pas – à moyen et long termes – de résoudre la pression globale sur les métaux dans le monde.

TAUX DE RECYCLAGE DES ÉLÉMENTS À PARTIR DES PRODUITS EN FIN DE VIE À L'ÉCHELLE MONDIALE ET EUROPÉENNE



Source
CGDD, 2020

LES LIMITES DU RECYCLAGE LORSQUE LA CONSOMMATION DE MATIÈRES CONTINUE DE CROITRE



Source
UTOPIES, à partir de François Grosse et Jean-François Labbé

2.4 Des flux exponentiels qui menacent les conditions d'habitabilité de la planète[6]

Le cadre des limites planétaires

Introduit en 2009 par des scientifiques spécialistes du système Terre, le concept des « limites planétaires » a permis d'identifier 9 processus déterminant les équilibres biophysiques de la planète, c'est-à-dire les interactions de la terre, de l'océan, de l'atmosphère et de la biosphère qui, ensemble, fournissent les conditions d'existence dont dépendent nos sociétés. A chaque processus correspond une limite critique dont le franchissement soulève un risque de changements globaux abrupts ou irréversibles du système Terre vers un état préjudiciable pour le développement humain.

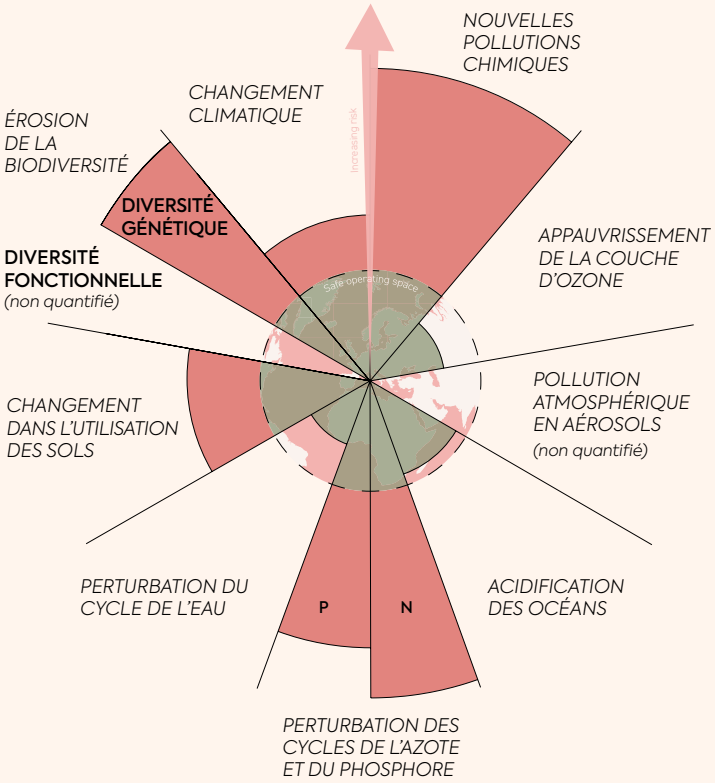
Ces travaux montrent que de nombreux processus du système Terre sont étroitement liés, ce qui signifie que la détérioration de l'un peut aggraver la situation d'un ou plusieurs autre(s), avec des effets en cascade qui peuvent s'avérer catastrophiques. Par exemple, le changement climatique est une cause majeure d'érosion de la biodiversité et d'acidification des océans. Ces analyses révèlent aussi, et surtout, que six limites seraient désormais franchies : le changement climatique, l'érosion de la biodiversité, la perturbation des cycles, de l'azote et du phosphore, le changement d'affectation des sols et l'introduction d'entités nouvelles dans la biosphère et plus récemment de l'eau verte (non figurée dans le schéma).
Ce constat amène les scientifiques à évoquer l'entrée dans une nouvelle ère géologique – l'Anthropocène – dans laquelle l'humanité constitue la principale force de changement sur Terre.

Le risque de dépassement des limites dépend de l'évolution du métabolisme de l'économie mondiale

Ce sont bien les caractéristiques biophysiques des activités humaines qui déterminent les pressions exercées sur les mécanismes régulateurs de la planète. Par exemple, on constate que le système alimentaire contribue massivement :

- au réchauffement climatique et l'acidification des océans à travers ses émissions de gaz à effet de serre ;
- à la perte de biodiversité et au changement d'affectation des sols à travers la déforestation, la pollution de l'air, de l'eau et des sols par le recours aux produits phytosanitaires, la surexploitation de certaines ressources ;
- à la perturbation du cycle de l'eau douce à travers ses prélèvements sur la ressource en eau et en réduisant la teneur en eau des sols lorsque ceux-ci sont « mis à nus » ;
- à la perturbation des cycles de l'azote et du phosphore par le recours massif aux engrais azotés et phosphatés, contribuant notamment au phénomène d'eutrophisation des milieux aquatiques.

ETAT DES LIEUX DES LIMITES PLANÉTAIRES



Source
UTOPIES, Azote pour le Stockholm Resilience Centre, fondée sur l'analyse de Persson et coll. 2022 et Steffen et coll. 2015

De nombreux processus du système Terre sont étroitement liés, ce qui signifie que la détérioration de l'un peut aggraver la situation d'un ou plusieurs autre(s), avec des effets en cascade qui peuvent s'avérer catastrophiques.

(pages suivantes)

Panorama des pressions environnementales exercées par les activités économiques et de leurs incidences sur le dépassement des limites planétaires

Les différents **secteurs d'activités** qui composent l'économie ne génèrent pas les mêmes **impacts sur l'environnement**. Certaines activités sont avant tout émettrices de gaz à effet de serre, tandis que d'autres exercent des pressions multidimensionnelles (émissions de GES, surexploitation de la biomasse, pollutions, etc.). L'accumulation de ces pressions entrainent un risque de dépassement des limites planétaires.

L'INFOGRAPHIE PRÉSENTÉE SUR LES PAGES SUIVANTES PROPOSE QUATRE CLÉS DE LECTURE
(HORS ACTIVITÉS DE SERVICES)

Quelles sont les pressions environnementales exercées par chaque secteur d'activités ?

Par exemple, les activités extractives peuvent émettre des gaz à effet de serre, des polluants dans l'air, l'eau et les sols, et contribuer à la déforestation et l'artificialisation des sols.

Par quels secteurs d'activités est générée telle pression environnementale ?

Par exemple, la déforestation et l'artificialisation des sols découlent de l'activité de l'agriculture, des activités extractives, de la production d'énergie, de l'industrie manufacturière et de la construction

Chaque pression environnementales contribuent à quels risques de dépassement des limites planétaires ?

Par exemple, les émissions de carbone liées aux énergies fossiles contribuent au réchauffement climatique et l'acidification des océans

Quelles pressions environnementales entrainent un risque de dépassement de telle limite planétaire ?

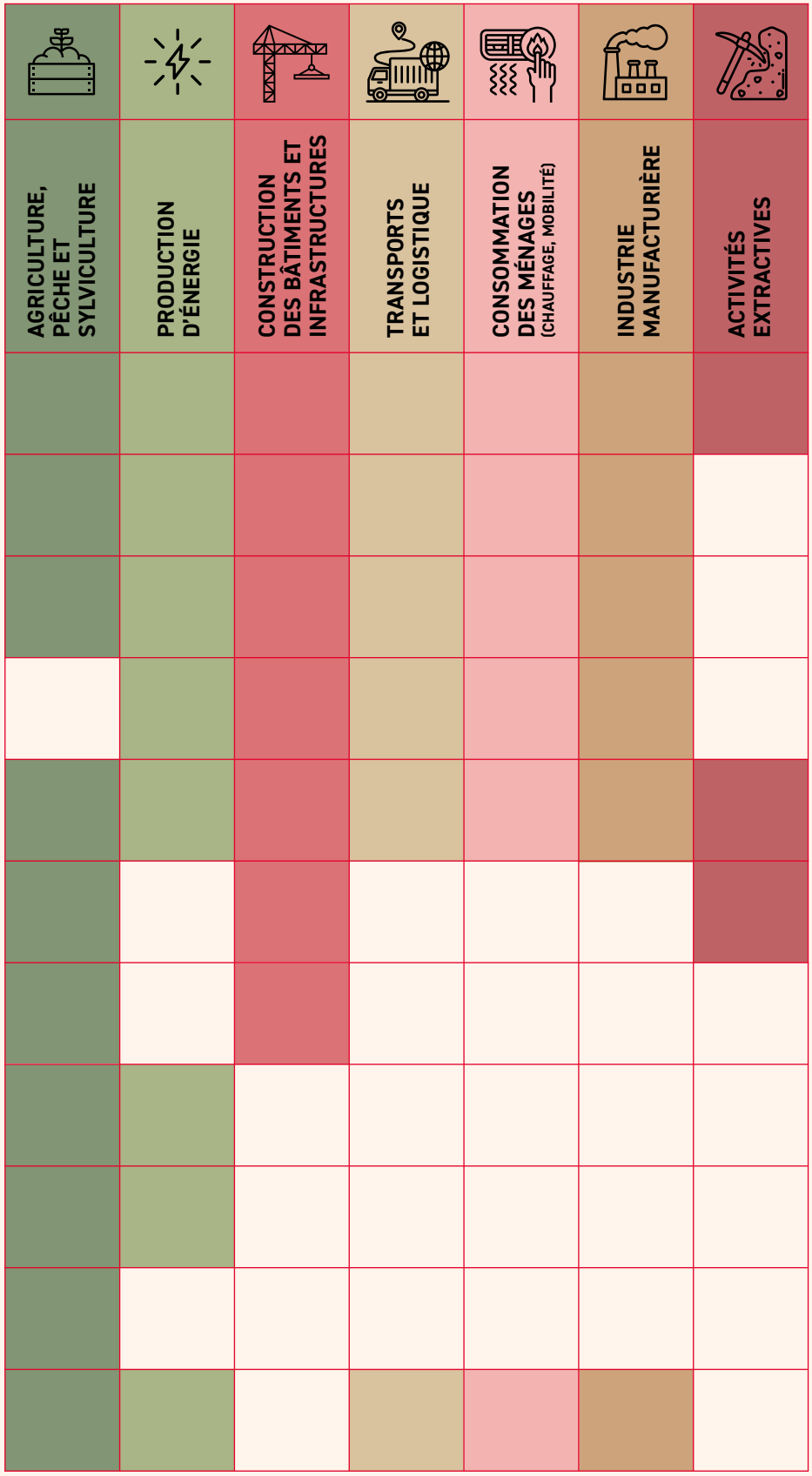
Par exemple, le risque de changement climatique découle des émissions de carbone et de méthane, ainsi que de la déforestation et l'artificialisation des sols

Note : les services hors transport et construction ne sont pas pris en compte en raison de leur hétérogénéité

Source
UTOPIES, à partir de Boutaud et Gondran, 2019, 2020

1 LES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES...

2 ... EXERCENT DES PRESSIONS ENVIRONNEMENTALES...



- Emission de CO_2 liée à la combustion d'énergie fossiles
- Emission de méthane
- Emission de protoxyde d'azote
- Emission de gaz fluorés
- Pollutions de l'air, de l'eau, des sols
- Déforestation, artificialisation des sols
- Surexploitation de la biomasse
- Prélèvements et modifications des écoulements des eaux de surfaces et souterraines
- Dispersion d'azote dans les milieux naturels
- Dispersion de phosphore dans les milieux naturels
- Emission de particules aérosols

3 ... QUI ENTRAINENT UN RISQUE DE DÉPASSEMENT DES LIMITES PLANÉTAIRES

										
	RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE	APPAUVRISSEMENT DE LA COUCHE D'OZONE	ACIDIFACTION DES OCÉANS	ÉROSION DE LA BIODIVERSITÉ	CHANGEMENT D'UTILISATION DES SOLS	PERTURBATION DU CYCLE DE L'EAU DOUCE	PERTURBATION DU CYCLE DE L'AZOTE	PERTURBATION DU CYCLE DU PHOSPHORE	POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE EN AÉROSOLS	NOUVELLES POLLUTIONS CHIMIQUES
▶	■		■							
▶	■									
▶	■	■								
▶	■	■								
▶				■						■
▶	■			■	■	■				
▶				■						
▶						■				
▶							■			
▶								■		
▶									■	

2.5 Les limites planétaires : un cadre à ne pas dépasser pour l'économie[7]

Il existe non seulement une limite physique et économique à la consommation d'énergies fossiles, mais également une limite climatique

A la contrainte de ressource induite par les enjeux de disponibilité s'ajoute celle liée au respect des limites planétaires. La notion de « budget carbone » désigne la quantité totale cumulée d'émissions de CO2 à ne pas dépasser afin d'éviter que la hausse moyenne des températures dépasse un certain niveau par rapport à l'ère préindustrielle.
D'après les estimations les plus récentes, pour avoir une probabilité importante de limiter le réchauffement à +1,5°C, le budget carbone restant à partir de 2019 serait épuisé en 5 à 9 ans si les émissions mondiales annuelles se maintenaient à leur niveau de 2019 (en 23 ans pour une hausse de +2°C).

La trajectoire 1,5°C suppose de laisser dans le sol la majeure partie des réserves actuelles d'énergies fossiles

Le rapport «*Net Zero by 2050*» de l'Agence Internationale de l'Energie définit un scénario énergétique permettant de limiter le réchauffement climatique à +1,5°C et d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. Celui-ci lequel prévoit une forte baisse de la production mondiale entre 2020 et 2050 : -90% pour le charbon (soit une baisse annuelle de 7% par an), -75% pour le pétrole (-4% / an) et -55% pour le gaz d'ici 2050 (-3% / an). La consommation résiduelle de combustibles fossiles en 2050 concerne la production de biens non énergétiques où le carbone est incorporé dans le produit (comme les plastiques).

On retrouve les mêmes trajectoires de réduction dans le «*Production Gap report 2020*» qui souligne que les niveaux de production d'énergies fossiles projetés par les pays producteurs en 2030 sont plus de deux fois supérieurs à ceux compatibles avec une trajectoire +1,5°C.

Revisiter le potentiel d'extraction des métaux à l'aune des objectifs climatiques

D'autres travaux indiquent qu'une trajectoire d'extraction des minerais métalliques compatible avec un objectif de réchauffement climatique limité à +2°C implique un pic de production des principaux métaux d'ici 2030 et une baisse continue par la suite. L'extraction de métaux se trouve elle aussi limitée par les budgets d'émissions bien avant que l'épuisement des ressources ne devienne une réalité. Ces estimations questionnent à nouveau la soutenabilité des scénarios de transition énergétique misant sur un déploiement massif des énergies éolienne et photovoltaïque et des véhicules électriques.

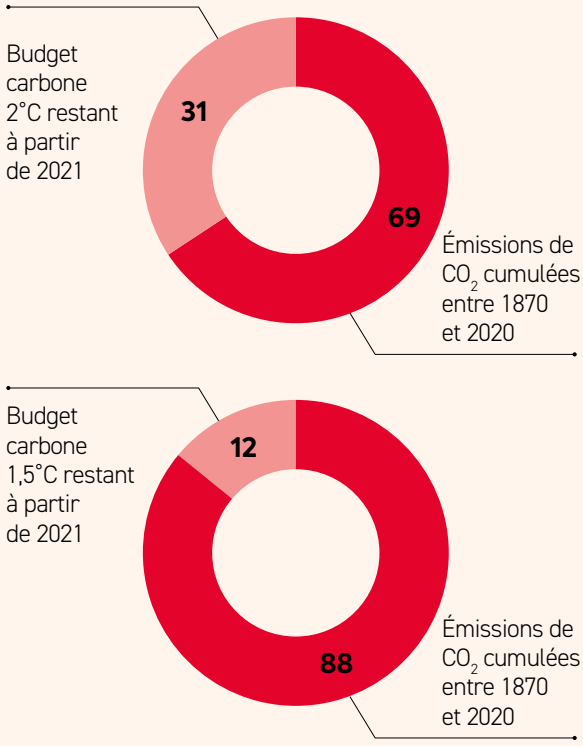
Le climat et la biodiversité imposent également des limites à l'agriculture

Même si les émissions de GES liées à l'usage des combustibles fossiles étaient immédiatement stoppées, celles liées au système alimentaire mondial – et plus particulièrement à l'élevage – suivent des tendances incompatibles avec les objectifs internationaux de limitation du réchauffement climatique. De même, la poursuite de l'extension et de l'intensification de l'agriculture apparait incompatible avec les objectifs de préservation de la biodiversité.
Le respect des limites planétaires impose ici encore des limites à l'activité économique, en particulier concernant les productions animales.

À la contrainte de ressource induite par les enjeux de disponibilité s'ajoute celle liée au respect des limites planétaires.

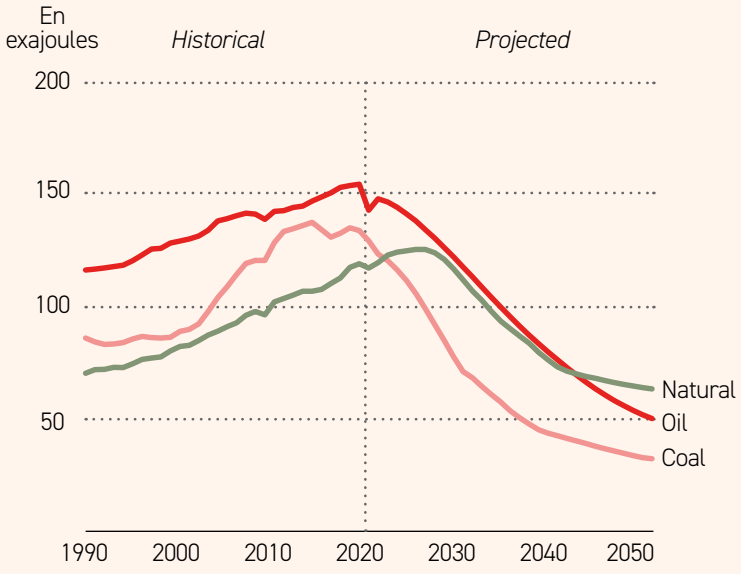
LES BUDGETS CARBONE RESTANT À PARTIR DE 2019 PERMETTANT DE LIMITER À 2°C ET 1,5°C LA HAUSSE MOYENNE DES TEMPÉRATURES

EN %



Source
CGDD, I4CE, 2022

EVOLUTION DE LA PRODUCTION DE CHARBON, DE PÉTROLE ET DE GAZ NATUREL DANS LE SCÉNARIO NET ZERO EMISSIONS DE L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE



Source
IEA, 2021

03

Réduire les flux métaboliques à un niveau soutenable : un défi sans précédent

L'humanité n'a jamais autant puisé et rejeté dans la nature. Les menaces qui en découlent pour l'habitabilité de la planète soulèvent un impératif majeur : inscrire le métabolisme de l'économie sur une trajectoire soutenable.

Comment se représenter cet enjeu ? Aborder les enjeux écologiques sous l'angle du métabolisme permet de comprendre que la croissance de l'extraction de ressources et la croissance des pressions environnementales forment les deux faces d'une même pièce : la première constitue le moteur de la seconde. Dès lors, la capacité à faire face aux contraintes de disponibilité des ressources et de respect des limites planétaires soulève avant tout un enjeu de réduction rapide de certains flux de matières et d'énergie, en premier lieu des ressources non renouvelables.

Le sevrage des ressources fossiles constitue une problématique centrale de cette transformation métabolique. La nécessité climatique et la contrainte physique impliquent de laisser une large partie des fossiles dans le sol. Un moindre usage de ces énergies devrait également se traduire par une moindre capacité à exploiter les autres ressources minérales et biologiques, et donc par une réduction des impacts environnementaux associés.

Enrayer l'explosion de l'usage des métaux est un autre défi de taille. Indispensables à la fabrication de la plupart des infrastructures, des bâtiments, des biens manufacturés de l'ère industrielle, les métaux sont également au cœur du déploiement des transitions numérique et énergétique. Mais les rendements décroissants et les impacts environnementaux de l'extraction des métaux, ainsi que les limites de leur recyclage, imposent d'inverser cette tendance expansive.

La transition du système alimentaire au carrefour de multiples enjeux de soutenabilité. Un moindre recours aux énergies fossiles et aux intrants chimiques qui en sont issus devrait impacter négativement la productivité agricole et amplifier la concurrence des usages pour la biomasse ainsi que le risque de déforestation. Le redéploiement des surfaces agricoles consacrées à l'élevage, et donc la réduction des consommations de produits animaux, constituent un paramètre clé de la soutenabilité du système alimentaire.

La perspective de devoir composer à l'avenir avec moins d'énergie et de matières constitue un défi sans précédent au regard de l'abondance matérielle croissante qui caractérise l'ère industrielle. Les rares moments où la consommation de ressources a reculé depuis le début du 20ème siècle ont toujours été subis et correspondent à des périodes de récession économique brutale (crise financières, guerres mondiales, chocs pétroliers, pandémies...). Tout laisse à penser qu'engager une descente énergétique et matérielle de l'économie à un niveau soutenable au plan écologique revient à provoquer un choc socio-économique plus ou moins prononcé. A moins de reconsidérer la dimension matérielle de la prospérité ?

3.1 Des décennies de « croissance verte » n'ont pas permis de découpler croissance économique et consommation de ressources[8]

Parvenir à une croissance indolore pour l'environnement : la croissance verte

Promu depuis plusieurs années par plusieurs institutions internationales, le principe de « croissance verte » porte l'ambition d'atteindre un découplage à l'échelle mondiale entre la croissance du PIB d'une part et les consommations de ressources et impacts environnementaux d'autre part. Pour apporter une réponse à la hauteur des enjeux de soutenabilité, ce découplage doit être à la fois absolu (le PIB et les pressions sur l'environnement évoluent dans des sens opposés), pérenne et rapide, pour éviter l'irréversibilité de certains dommages environnementaux.

Les progrès en matière de productivité des ressources n'ont permis à ce jour qu'un « découplage relatif »...

A la faveur notamment du progrès technique, du développement des activités de services ou encore du ralentissement du rythme d'accumulation du stock (bâtiments, infrastructures, véhicules) dans les pays développés, la quantité de ressources naturelles nécessaire pour créer une unité de PIB s'est réduite au cours du 20ème siècle à l'échelle mondiale. Toutefois, cette amélioration de la productivité des ressources est demeurée moins rapide que le rythme de croissance du PIB, et n'a donc pu enrayer l'augmentation de l'extraction sur longue période.

On assiste même à une nouvelle accélération depuis le début du 21ème siècle : environ un tiers de toutes les ressources extraites depuis 1900 l'ont été sur la seule période 2002-2015. Ceci reflète notamment la délocalisation de la production industrielle des pays du nord vers les « économies émergentes », qui se caractérisent par une moindre productivité des ressources.

... en raison notamment de l'« effet rebond »

Cette situation de découplage relatif résulte en particulier des effets paradoxaux des gains d'efficacité dans l'extraction, la transformation et l'usage des ressources. Dans la réalité ces gains peuvent encourager une augmentation des consommations de ressources plutôt que l'inverse :

• Les entreprises peuvent utiliser les gains d'efficacité pour baisser le prix de vente, pour augmenter la taille, la puissance, les performances ou encore les fonctionnalités des produits qu'elles commercialisent, pour investir dans de nouvelles capacités de production, etc.

• Du côté des consommateurs, la baisse des prix rend accessibles des produits jusqu'ici trop onéreux (démocratisation de la consommation) et peut les inciter à en consommer davantage ou à utiliser les économies réalisées pour accroitre leurs achats d'un autre produit.

Une illustration emblématique de l'effet rebond est celle de l'automobile. Aujourd'hui nos voitures consomment deux fois moins d'essence au km par rapport à 1950. Mais dans le même temps, la distance parcourue en voiture par personne a été multipliée par 10. Loin d'avoir abouti à une diminution de la consommation de carburant, le progrès technique a eu tendance à encourager un usage accru de la voiture.

Croissance économique et consommation de ressources apparaissent en réalité étroitement couplés

Loin d'avoir libéré l'économie de la contrainte de ressources, l'ère industrielle l'a plutôt rendu dépendante d'une « croissance extensive », c'est-à-dire reposant sur la mise en œuvre d'une quantité d'énergie, de matières et de capital productif toujours plus importante année après année.

Cette relation de dépendance entre PIB et consommation de ressources est particulièrement nette en matière énergétique. L'énergie a en effet un statut particu-

On assiste même à une nouvelle accélération depuis le début du 21ème siècle : environ un tiers de toutes les ressources extraites depuis 1900 l'ont été sur la seule période 2002-2015

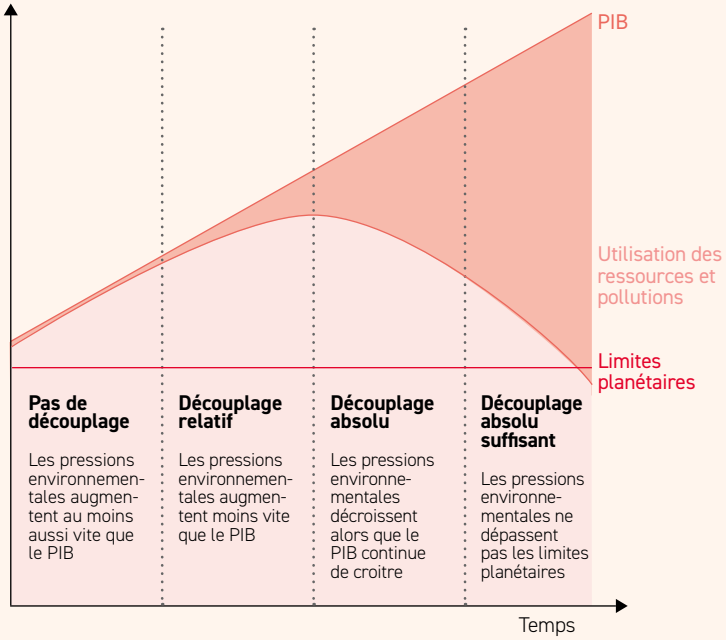
lier parmi les ressources naturelles : elle constitue la base de toute activité humaine dans la mesure où elle constitue l'apport préalable et nécessaire à l'exploitation de toutes les autres matières premières.

Les progrès sans précédents en matière d'efficacité énergétique du PIB envisagés dans la plupart des scénarios prospectifs apparaissent ainsi pour le moins incertains. La possibilité d'un découplage absolu semble in fine illusoire.

Une perspective de descente énergétique et matérielle qui menace la croissance économique

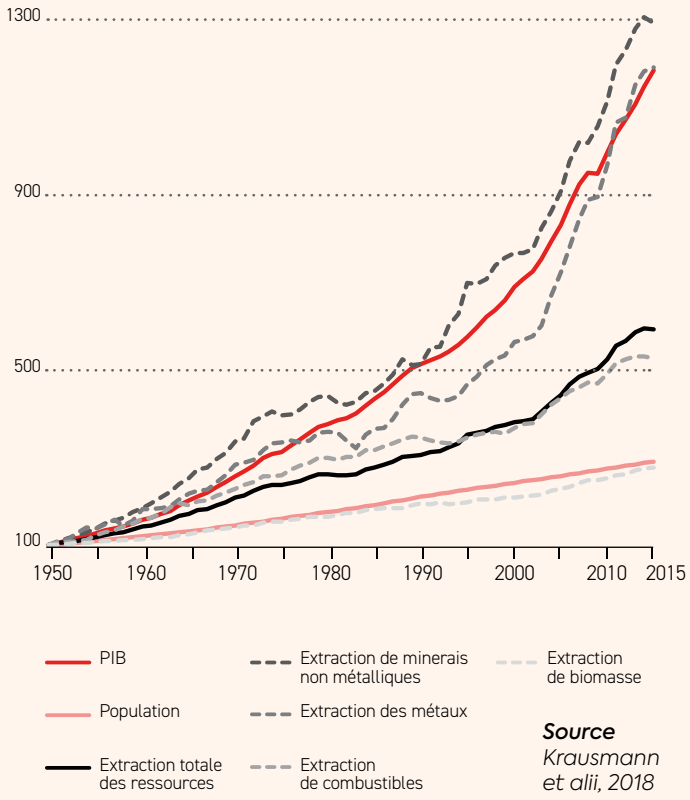
Avec l'impératif de sortie des énergies fossiles et les incertitudes sur la capacité des énergies renouvelables à en prendre le relais, c'est bien la croissance continue de l'énergie et des matières premières disponibles pour la société qui se trouve menacée à l'avenir.
Impactant à la baisse la production et la consommation matérielle, un tel scénario pourrait faire vaciller la croissance économique telle que nous la connaissons aujourd'hui. Du reste, les dommages croissants causés à l'environnement constituent également une menace directe pour la croissance économique future.

LA DISTINCTION ENTRE DÉCOUPLAGE RELATIF ET DÉCOUPLAGE ABSOLU



Source
UTOPIES à partir de l'Agence Européenne de l'Environnement, 2015

EVOLUTION DU PIB, DE LA POPULATION ET DE L'EXTRACTION DE RESSOURCES À L'ÉCHELLE MONDIALE ENTRE 1950 ET 2015
(BASE 100 EN 1950)



Source
Krausmann et alii, 2018

3.2 Quels sont les caractéristiques d'un métabolisme soutenable à l'échelle mondiale ?[9]

Une transformation quantitative et qualitative du métabolisme mondial

A quelles conditions le système économique serait en mesurer d'assurer la préservation du substrat naturel sur lequel il repose ? Cette question a inspiré de nombreux travaux scientifiques qui tendent à montrer que progresser vers une économie soutenable implique une transformation aussi bien qualitative que quantitative (voir schéma ci-contre) :

• un métabolisme s'affranchissant des énergies fossiles, se détournant des matières minérales primaires et privilégiant les ressources renouvelables et circulaires. Outre les limites du recyclage soulignées plus haut, il convient de mentionner celles concernant les matières renouvelables. En effet, la production de biomasse d'un écosystème est par définition limitée et son exploitation par les activités humaines s'avère d'ores et déjà intensive à l'échelle mondiale. Il est donc illusoire d'envisager de substituer intégralement les consommations actuelles de matières fossiles, métalliques ou minérales par de la biomasse (cf. 1.2 pour les ordres de grandeur).

• un métabolisme ramenant les flux entrants et les flux sortants à un niveau compatible avec la préservation des ressources et des équilibres écologiques.

• Un métabolisme stabilisant le stock de matières en usage.

Vers une division par deux de l'extraction mondiale de ressources ?

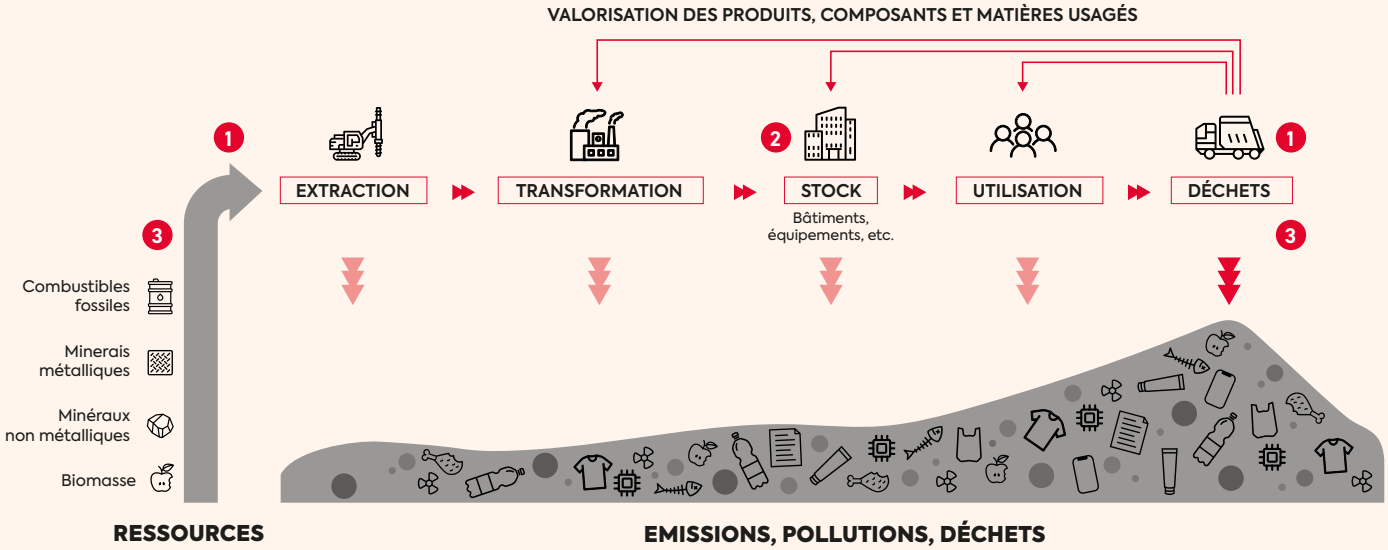
Parce que l'ampleur des flux de ressources entrant dans le système économique détermine l'ampleur des impacts environnementaux, tout l'enjeu consiste à fixer dès l'amont le plafond de consommation de ressources à ne pas dépasser pour assurer la soutenabilité globale du métabolisme de l'économie. Il apparait en effet plus efficace et plus facile d'agir sur le débit du «robinet» d'entrée que d'intervenir au niveau des multiples lieux de rejets vers l'environnement.

En raison des difficultés méthodologiques que cette question soulève, on compte encore peu de travaux proposant un seuil de soutenabilité pour l'ensemble de l'extraction mondiale. Un article récent le situe dans une fourchette de 3 à 6 tonnes par personne et par an en 2050, dont 2 tonnes de biomasse et en envisageant une élimination progressive de l'usage des combustibles fossiles. Pour une population mondiale estimée à 9,5 milliards d'habitants en 2050, cela représenterait une empreinte matérielle globale annuelle comprise entre 28,5 et 57 milliards de tonnes à cet horizon. Selon cet ordre de grandeur, atteindre un métabolisme soutenable impliquerait de diviser par deux à trois l'extraction mondiale, qui a franchi la barre des 96 milliards de tonnes en 2019.

Vers des plafonds d'extraction par type de ressource ?

Les recherches actuelles visent à définir de manière plus précise des budgets de ressources par type de ressources (énergies fossiles, métaux, biomasse, etc.) à ne pas dépasser pour respecter tout ou partie des limites planétaires.

REPRÉSENTATION DU MÉTABOLISME SOCIO-ÉCONOMIQUE ET DE SES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT



1

Un approvisionnement reposant principalement sur les ressources renouvelables et secondaires

• Un approvisionnement en matières premières provenant principalement du bouclage des flux et de la biomasse

• Un approvisionnement énergétique fondé sur les énergies renouvelables et décarbonées: solaire, éolien, biomasse, etc.

2

Une stabilité du stock de matières en usage

• Le stock en usage suppose un apport constant de matériaux et d'énergie pour assurer son fonctionnement, son entretien et son renouvellement.

• L'accroissement continu du stock est donc un puissant moteur de la croissance future de la consommation de ressources

• Un métabolisme soutenable implique donc un équilibre dynamique du stock en usage: l'ajout d'une unité de matière est conditionné au démantèlement et à la réutilisation d'une autre unité de matière première du stock afin de permettre une addition nette au stock = zéro. Autrement dit, il s'agit de tendre vers des taux d'incorporation de matières secondaires de 100% dans les produits ajoutés au stock.

3

les flux intrants et extrants restent en deçà des seuils critiques des limites planétaires

• Le rythme de prélèvement des ressources renouvelables ne doit pas dépasser leur rythme de régénération.

• Le rythme d'exploitation des ressources non renouvelables ne doit pas excéder le rythme de développement des substituts renouvelables à ces ressources.

• Les flux intrants et extrants restent en deçà des seuls critiques des limites planétaires

Source
UTOPIES à partir de Bringezu, 2015

Tout l'enjeu consiste à fixer dès l'amont le plafond de consommation de ressources à ne pas dépasser pour assurer la soutenabilité globale du métabolisme de l'économie

3.3 Comment concilier développement humain et respect des limites planétaires ?[10]

Intégrant les impératifs de développement humain et de soutenabilité écologique

S'affranchissant de la croissance du PIB comme référentiel de mesure de la prospérité des sociétés, un nombre croissant de travaux explorent la possibilité de concilier la satisfaction des besoins fondamentaux de chacun tout en préservant l'intégrité de la planète.

Emblématique de cette nouvelle approche, la « théorie du donut » proposée par Kate Raworth permet d'illustrer deux frontières à ne pas franchir pour délimiter « a safe and just space for humanity » (voir schéma ci-contre) :

• La frontière « intérieure » du donut constitue le « plancher social » (ou fondement social) du donut, c'est-à-dire les besoins humains de base à satisfaire pour chacun (sécurité alimentaire, accès à l'eau potable, à l'énergie, à l'éducation, aux soins de santé, à un travail digne, etc.) ;

• La frontière « extérieure » du donut représente le « plafond écologique », c'est-à-dire les pressions environnementales à ne pas dépasser pour préserver l'habitabilité de la planète.
De ce point de vue, le défi du 21ème siècle est de parvenir à placer l'ensemble de l'humanité entre le « plancher social » et le « plafond écologique » du donut, c'est-à-dire en faisant en sorte de maintenir l'usage des ressources au-dessus du niveau requis pour répondre aux besoins de base des sociétés humaines et en dessous du niveau défini par les limites planétaires, bref en éliminant les insuffisances et les dépassements.

Dernièrement, le rapport sur le développement humain 2020 du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) souligne l'enjeu de redéfinir le développement humain en le reliant aux conditions de maintien du système terrestre dans un état propice au bien-être de l'humanité. Le principe de soutenabilité apparait ainsi comme une condition de long terme du développement humain.

À l'heure actuelle, aucun pays n'est parvenu à satisfaire ces deux impératifs

Toutefois, découpler le bien-être humain des pressions environnementales constitue un véritable défi. S'inspirant de la théorie du donut, une étude récente montre qu'aucun pays n'y parvient à ce jour comme l'indique le vide dans l'angle en haut à gauche du graphique ci-contre. Globalement, plus un pays présente un niveau de développement humain élevé, plus il transgresse de frontières biophysiques, et réciproquement.

C'est ce que montre également le nouvel indice de développement humain ajusté aux pressions exercées sur la planète (IDHP) proposé par le PNUD : l'IDH de chaque pays est ajusté à la baisse en fonction des pressions exercées sur l'environnement (émissions de CO_2 et empreinte matières par habitant). En 2019, sur plus de 60 pays à développement humain très élevé (IDH), seuls 10 sont encore classés comme tel selon l'IDHP. De fait, les progrès en matière de développement humain se sont accompagnés jusqu'ici par une hausse des pressions environnementales.

Réinterroger les conditions matérielles de la prospérité…

L'ère industrielle a conduit à définir la prospérité des sociétés comme l'amélioration constante de leurs conditions de vie matérielles, habituant chaque génération à « avoir plus » et faisant de l'augmentation de la taille du « gâteau » la réponse privilégiée aux inégalités de niveaux et de conditions de vie, au lieu d'une répartition plus équitable des richesses. Cette vision de la prospérité se trouve remise en question par l'impératif de soutenabilité.

• Jusqu'à quel point l'abondance matérielle contribue-t-elle au bien-vivre individuel et collectif ? Quel niveau de confort matériel accessible à tous serait compatible avec une économie soutenable ?

• Dans quelle mesure les besoins essentiels (alimentation, logement, chauffage,

Globalement, plus un pays présente un niveau de développement humain élevé, plus il transgresse de frontières biophysiques, et réciproquement.

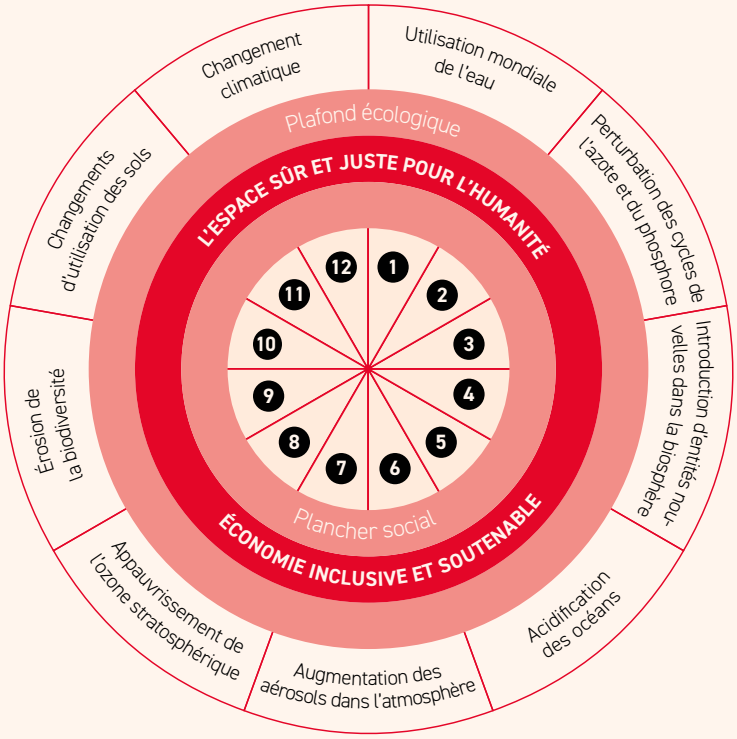
éducation, santé…) peuvent-ils être satisfait en réduisant drastiquement les flux d'énergie et de matières associés ?

• La satisfaction durable des besoins de chacun implique-t-elle une redistribution des richesses au sein de la population ? Des plafonds de consommation énergétique et matérielle sont-ils nécessaires pour garantir la soutenabilité et la justice sociale ?

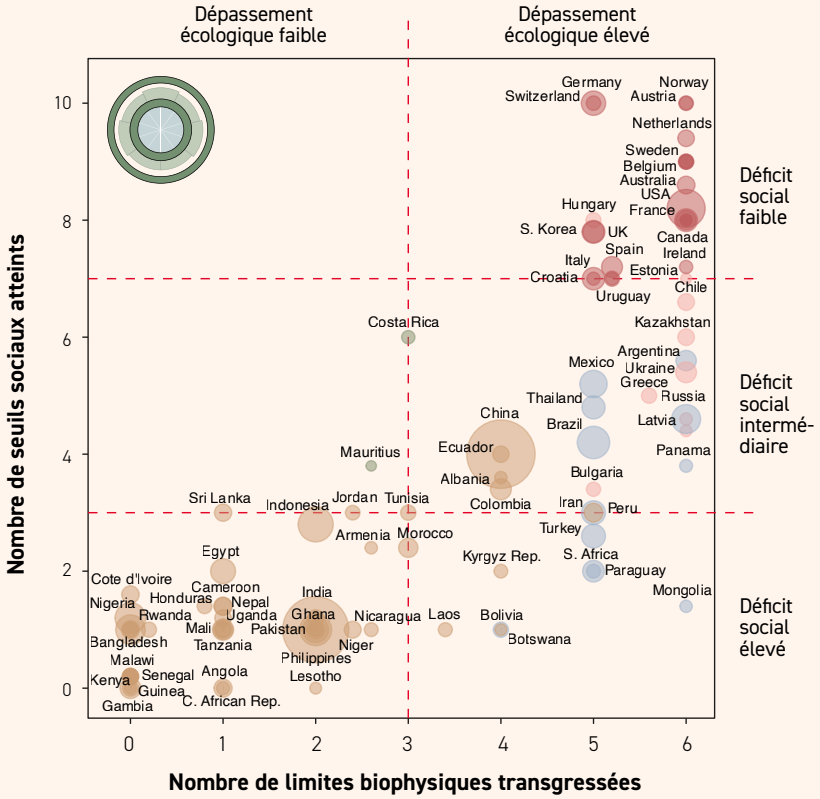
• Les emplois et les revenus amputés par le recul des productions et consommation matérielles peuvent-ils être compensés par le développement d'activités à faible empreinte environnementale ?

LE CONCEPT DU DONUT DÉFINISSANT UNE ESPACE SUR ET JUSTE POUR L'HUMANITÉ

Source
UTOPIES à partir de Raworth, 2018



NOMBRE D'OBJECTIFS SOCIAUX ATTEINTS VERSUS NOMBRE DE LIMITES PLANÉTAIRES TRANSGRESSÉES PAR PAYS



Source
Fanning et alii, 2022

04

L'Europe apparaît particulièrement exposée à la contrainte de ressource

Sur la voie d'un métabolisme mondial soutenable, toutes les régions du monde ne partent pas du même point de départ.

L'objectif de réduction des flux de consommation de ressources ne peut s'appliquer uniformément à toutes les régions. Parce que toutes ne contribuent pas de la même manière, historiquement et à l'heure actuelle, à la trajectoire exponentielle des pressions environnementales de l'économie mondiale. Parce que toutes ne disposent pas aujourd'hui des mêmes conditions de vie matérielles en termes d'accès à l'eau, à l'alimentation, à la santé, au logement, à l'électricité et plus largement au confort matériel. Parce que toutes ne sont pas dotées des mêmes ressources.

Or l'Europe se caractérise de longue date par une empreinte environnementale disproportionnée par rapport à sa population. Au cours des deux derniers siècles, la colonisation puis le principe de libre-échange ont permis à l'Europe de s'adjuger une large part des ressources naturelles mondiales, faisant d'elle la première région importatrice nette de ressources. Loin de changer la donne, la désindustrialisation et la montée des services dans le PIB européen ces dernières décennies se sont traduites par un essor des importations de produits manufacturés, qui concentrent désormais les enjeux de dépendance matérielle et les pressions environnementales associées.

Comment réduire le métabolisme mondial tout en laissant la possibilité aux pays du sud de sortir de la pauvreté… avec une Europe pesant du même poids à l'avenir ? La transformation du métabolisme des pays européens apparait cruciale pour concilier les enjeux de soutenabilité et de développement.

Mais comment progresser vers des modes de vie soutenables en maitrisant de moins en moins leur soubassement matériel, industriel et technologique ? La voie du « business as usual » revient à compter durablement sur la capacité et le bon-vouloir d'autres pays à extraire et transformer les ressources pour répondre aux besoins de l'économie européenne, en assumer les impacts environnementaux associés (émissions de gaz à effet de serre, dégradation des écosystèmes, pollutions de l'air, de l'eau et des sols, etc.), et développer des solutions technologiques adaptées à un monde plus contraint. A cet égard, la dépendance croissante de l'Europe vis-à-vis de la Chine, en particulier sur les secteurs touchant aux énergies renouvelables, au véhicule électrique et au numérique, soulève des enjeux de souveraineté majeurs pour l'avenir.

4.1 Comment mesurer la contribution de l'Europe aux impacts globaux ? La notion d'« empreinte environnementale »[11]

On distingue deux approches de l'évaluation de la contribution d'un territoire aux pressions environnementales globales

• L'approche basée sur la production
Elle consiste à évaluer les impacts environnementaux (extraction de ressources, émissions de GES, changement d'affectation des sols, etc.) générés par la production du territoire considéré, quel que soit le lieu de consommation des biens et services produits (consommation domestique ou exportations). De ce point de vue, l'Europe est responsable des impacts générés au sein de son territoire (on parle aussi d'impacts territoriaux).

• L'approche basée sur la consommation ou « empreinte environnementale »
Elle consiste à évaluer les impacts environnementaux générés par la consommation finale du territoire (consommation des ménages et des administrations publiques, investissements), quel que soit le lieu de production des biens et services consommés (production domestique ou importations). La responsabilité de l'Europe porte ici sur les impacts liés à la production des produits consommés sur son territoire.

L'approche « consommation » permet une évaluation plus juste des impacts environnementaux de chaque territoire

L'approche « production » est celle qui domine traditionnellement dans le suivi des pressions environnementales réalisé par les autorités publiques, en cohérence avec leur territoire de souveraineté. C'est aussi à cette échelle que l'effort de d'atténuation des impacts apparait le plus facile à conduire. L'approche production est ainsi celle qui oriente jusqu'à présent les négociations internationales sur la régulation des enjeux écologiques (par exemple, l'accord de Paris sur le climat).

Toutefois, l'approche « consommation » fait l'objet d'une attention croissante au plan scientifique et politique pour au moins deux raisons. D'une part, si l'on considère que toute production n'aurait pas lieu si elle ne visait à répondre à une demande, il semble logique d'imputer la responsabilité des impacts environnementaux au consommateur final.

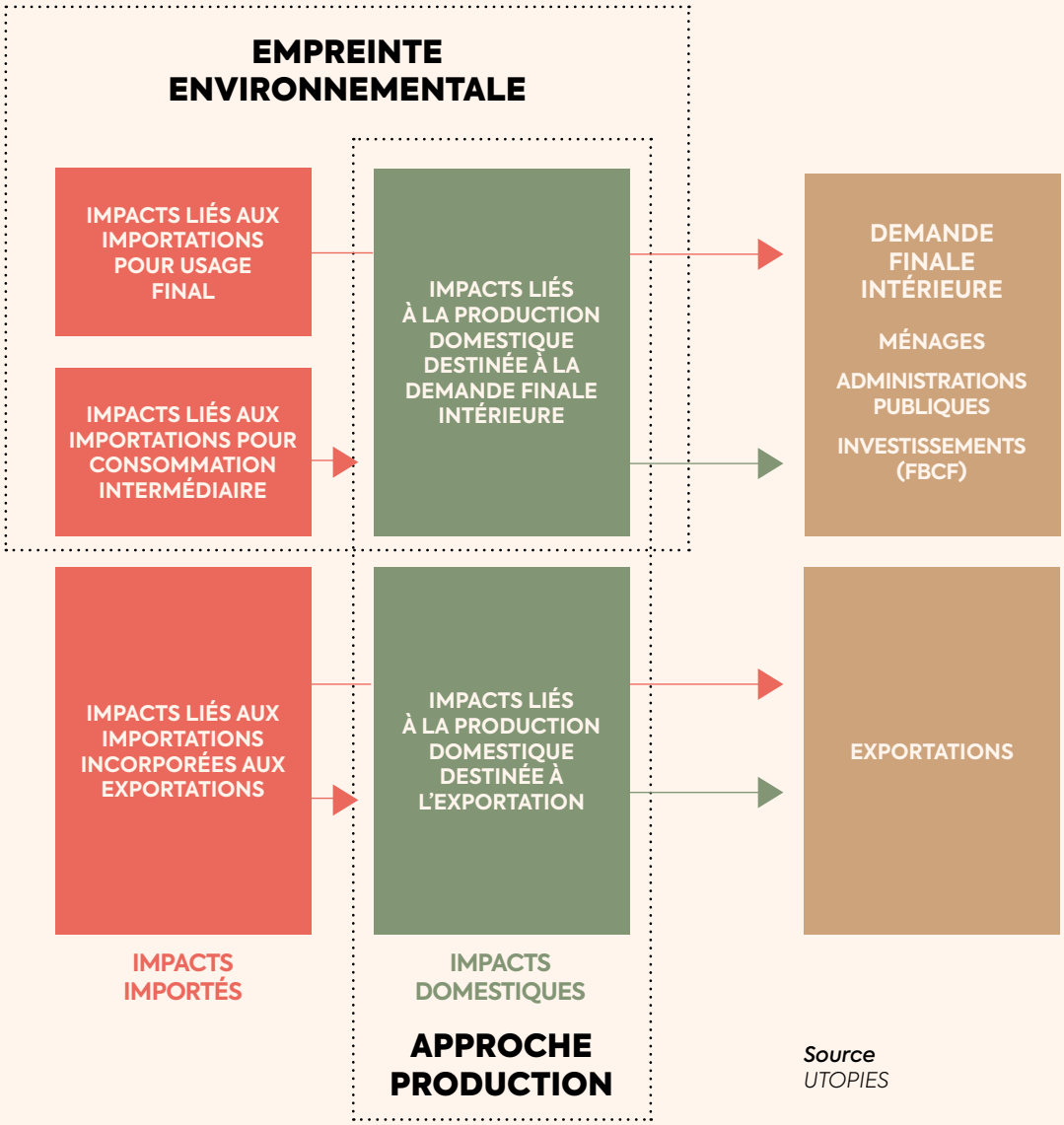
D'autre part, dans un contexte où la consommation de nombreux biens et services repose sur des chaines de production se déployant à l'échelle mondiale, l'approche empreinte permet de rendre compte de l'incidence du commerce international sur la répartition géographique des pressions environnementales. Elle montre ainsi qu'une part importante et croissante des impacts liés à la consommation finale de certains pays (occidentaux en particulier) est délocalisée ailleurs dans le monde via les importations.

Rendre compte de la balance commerciale biophysique des territoires

Dans son principe général, le calcul d'une empreinte environnementale consiste à : prendre en compte les impacts ayant lieu au sein du territoire considéré (extraction domestique, émissions domestiques…), ajouter les impacts liés aux flux d'importation et soustraire les impacts liés aux exportations. Le rapport entre ces deux dernières grandeurs permet de donner une lecture non pas monétaire mais biophysique du commerce extérieur: certains territoire se révèlent importateur net de matières, de GES… et d'autres exportateurs nets.

S'agissant de l'« empreinte matières », qui comptabilise l'ensemble des ressources (combustibles fossiles, métaux, minéraux non métalliques, biomasse) mobilisées pour satisfaire la consommation finale, il est important de souligner qu'elle prend en compte aussi bien les flux «apparents» (masse physique des produits mesurée

EVALUER LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX D'UN TERRITOIRE : APPROCHES «PRODUCTION» ET «CONSOMMATION»



Source
UTOPIES

au passage de la frontière) que les flux «indirects» (matières utilisées en amont dans la chaine de valeur qui ne sont pas incorporées au produit importé/exporté : par exemple, les produits à base de viande mobilisent en amont de la biomasse pour l'alimentation animale).

Au-delà de l'empreinte, prendre en compte les impacts totaux des territoires ?

Bien que fondée et légitime, l'approche empreinte pourrait conduire cependant à libérer les pays exportateurs de leur propre responsabilité alors même qu'ils tirent profit du commerce extérieur. Faut-il par exemple considérer que la poursuite de l'exploitation des combustibles fossiles dans tel pays est seulement de la responsabilité des pays qui continuent à importer ces ressources ? Les pays exportateurs n'ont-ils aucune responsabilité quant au « profil environnemental » de leurs exportations ?

Plus largement, si chaque pays peut se préoccuper de la soutenabilité à long terme de sa consommation intérieure en termes d'extraction des ressources et de rejets vers l'environnement (empreinte environnementale), sa capacité d'exportation future devrait soulever la même interrogation.

L'approche « consommation » fait l'objet d'une attention croissante au plan scientifique et politique

4.2 L'Europe contribue fortement à la croissance exponentielle de l'extraction de ressources...[12]

L'expansion économique de l'Europe s'est appuyée sur une exploitation intensive de ses ressources domestiques

Berceau de la révolution industrielle, l'Europe n'a cessé d'accroitre l'extraction de ressources sur son territoire jusqu'à la crise économique de 2008, qui marque un pic avant un recul sensible.

L'Europe a également massivement recours aux ressources du reste du monde

L'empreinte matières européenne se révèle sensiblement supérieure à l'extraction domestique, ce qui traduit la contribution des ressources importées à la satisfaction de la consommation finale européenne : depuis le début des années 1990, les importations représentent entre 25 et 30% de l'empreinte matières de l'UE-27. Selon l'approche empreinte, l'UE capte une part de l'extraction globale supérieure d'environ 1/3 par rapport à sa part dans la population mondiale

Le solde cumulé des importations et des exportations en équivalents matières premières depuis l'après-guerre fait de l'Europe la première région importatrice nette de ressources à l'échelle mondiale sur la période.

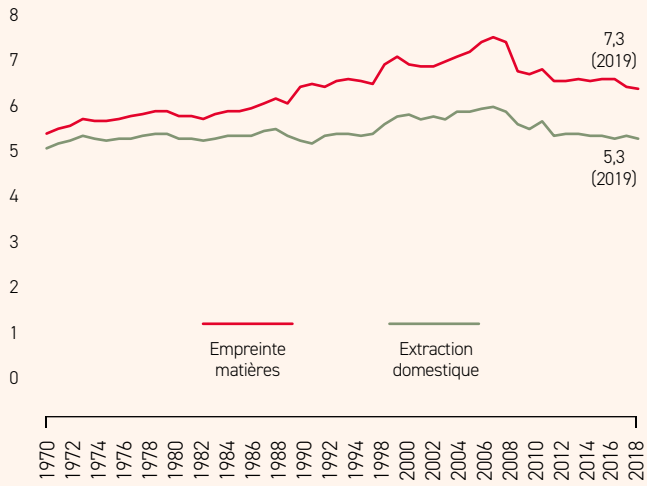
L'empreinte matières européennes connait cependant un net recul suite à la crise de 2008.

L'Europe affiche une empreinte matières par habitant nettement supérieure à la moyenne mondiale

Rapportée au nombre d'habitants, l'empreinte matières européenne s'élève à 16 tonnes par habitant en 2019, soit un niveau plus de 30% supérieur à la moyenne mondiale, et trois plus élevé que celle de l'Afrique. La Chine et, a fortiori, les Etats-Unis présentent cependant une empreinte matières par habitant plus élevée.

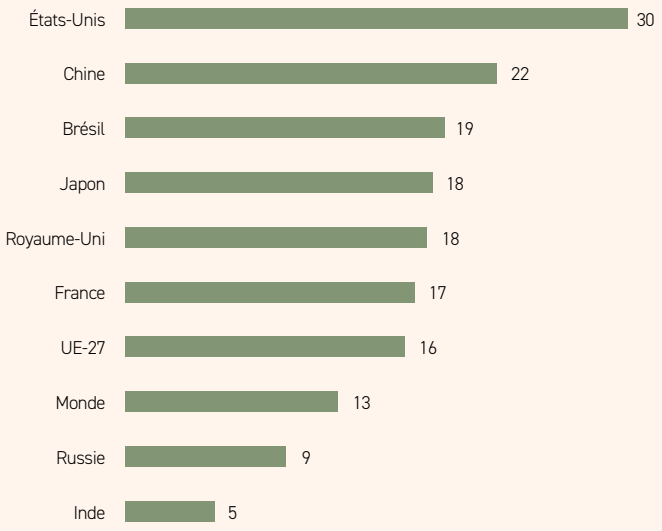
L'Europe est depuis de nombreuses décennies la première région importatrice nette de ressources à l'échelle mondiale

EXTRACTION DOMESTIQUE ET EMPREINTE MATIÈRES DE L'UE-27
(EN MILLIARDS DE TONNES)



Source
International Ressource Panel, Global Material Flows Database

EMPREINTE MATIÈRES PAR HABITANT EN 2019
(EN TONNES PAR HABITANT)



Source
International Ressource Panel, Global Material Flows Database

4.2 *bis* … et des émissions de gaz à effet de serre

L'Europe a largement contribué à l'explosion des émissions de CO_2 depuis la révolution industrielle

Sur les 1 700 milliards de tonnes de CO_2 émis dans le monde entre 1750 et 2019, 17% l'ont été au sein des pays de l'UE-27. Seuls les Etats-Unis affichent une contribution supérieure (25%).

L'Europe apparait comme la première région importatrice nette de CO_2

L'écart entre les émissions domestiques (2,9 milliards de tonnes en 2019) et l'empreinte carbone (3,4 milliards de tonnes) de l'Europe est moins important que pour l'empreinte matières. En effet, une large partie des émissions liées à la consommation d'énergies fossiles ont lieu sur le territoire européen (mobilité, chauffage, industrie, etc.), qui compte encore deux pays (Allemagne et Pologne) figurant parmi les 10 principaux pays émetteurs de carbone lié l'usage du charbon dans le monde.

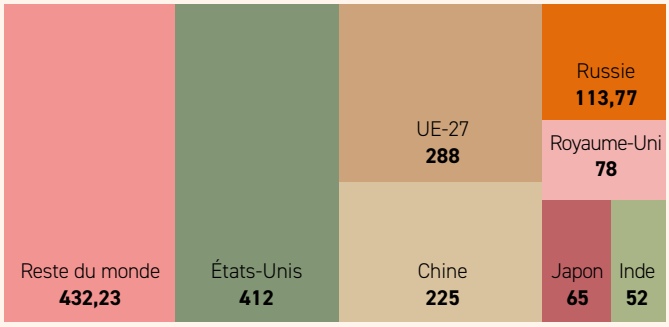
Pour autant, l'Europe apparait une fois encore, depuis plusieurs décennie, comme la première région importatrice nette de carbone (une fois retranchées aux émissions importées celles liées aux exportations).

L'« empreinte carbone » par habitant de l'Europe apparait elle aussi nettement supérieure à la moyenne mondiale

Au total, l'empreinte carbone de l'Europe s'élève à 7,7 t./hab. en 2019, soit un niveau nettement supérieur à la moyenne mondiale (4,8 t./hab.) ; même si la palme revient à nouveau aux Etats-Unis.

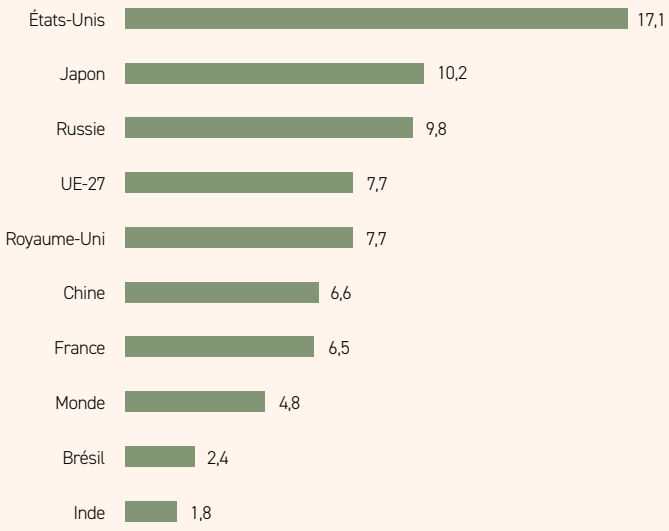
Au total, l'empreinte carbone de l'Europe s'élève à 7,7 t./hab. en 2019, soit un niveau nettement supérieur à la moyenne mondiale (4,8 t./hab.) ; même si la palme revient à nouveau aux Etats-Unis.

EMISSIONS DE CO_2 CUMULÉES ENTRE 1750 ET 2019
(EN MILLIARDS DE TONNES)



Source
Our World in Data à partir de Global Carbon Project

EMPREINTE CARBONE PAR HABITANT EN 2019
(EN TONNES DE CO_2 PAR HABITANTS)



Source
Our World in Data à partir de Global Carbon Project

4.3 L'Europe a donc une responsabilité particulière à assumer pour infléchir le métabolisme mondial vers une trajectoire soutenable[13]

Une « dette écologique » à l'égard du reste du monde ?

Comme le suggère un certain nombre de travaux, la responsabilité pluriséculaire de l'Europe dans l'apparition des menaces environnementales globales peut s'interpréter comme une « dette écologique » contractée à l'égard des générations présentes et futures. Les ressources consommées et les services écologiques dégradés par l'économie européenne pourraient en effet faire défaut pour répondre à leurs besoins.

Ce principe de dette écologique fait d'autant plus sens vis-à-vis du reste du monde dans la mesure où l'Europe reste la région dont les impacts environnementaux se logent le plus largement dans ses flux d'importations. A cet égard, certains travaux mettent en évidence une forme d'« échange inégal » entre les pays occidentaux et les pays du Sud, à savoir le fait le fait d'exporter des produits de pays pauvres vers les pays riches, à des prix qui ne tiennent pas compte des externalités locales causées par ces exportations ou l'épuisement des ressources naturelles, en échange de biens et de services à forte valeur ajoutée provenant de régions riches.

Comment répondre aux besoins de développement des pays pauvres tout en progressant vers un métabolisme soutenable ?

Au regard des Objectifs de Développement Durable (ODD) adoptés en 2015 par les 193 pays membres des Nations Unies, il s'avère que les besoins de base d'une part importante de la population mondiale ne sont toujours pas satisfaits (voir encadré ci-dessous). La pandémie COVID-19 a même entrainé une dégradation de la situation sur plusieurs plans (pauvreté, faim, éducation, etc.). Assurer la survie et une meilleure qualité de vie à ces populations implique nécessairement un certain accroissement de leur consommation de ressources.
Toutefois, comme l'a montré l'essor des « économies émergentes » au cours des dernières décennies, fonder la réduction des inégalités de développement sur une dynamique de « rattrapage » des standards de consommation matérielle des pays occidentaux se fait inéluctablement au prix d'une amplification massive de l'extraction mondiale de ressources (l'empreinte matières annuelle de la Chine a augmenté à elle seule de 21 milliards de tonnes depuis 2000).

Comment assurer une plus juste répartition de ressources mondiales moins abondantes ?

Il semble difficilement acceptable que la réduction de l'extraction mondiale de ressources à un niveau soutenable puisse se faire au détriment des chances de développement des pays en situation de précarité matérielle. C'est la raison pour laquelle, concilier soutenabilité et développement implique de redéfinir la répartition entre régions et entre pays de ressources moins abondantes. De ce point de vue, la dette écologique de l'Europe à l'égard du reste du monde pourrait devenir une question de plus en plus sensible dans les négociations internationales sur la répartition des efforts en faveur de la soutenabilité et notamment de la «juste part» des ressources revenant à chaque régions/pays.
L'enjeu apparait d'autant plus délicat que, à ce jour, aucun accord international dédié à la protection des ressources naturelles n'existe, contrairement au changement climatique ou à la biodiversité

Quelle contribution de l'Europe pour ménager un espace au développement des

La responsabilité pluriséculaire de l'Europe dans l'apparition des menaces environnementales globales peut s'interpréter comme une « dette écologique » contractée à l'égard des générations présentes et futures.

pays du Sud tout en réduisant l'extraction mondiale ?

Alors qu'elle présente l'empreinte environnementale par habitant la plus élevée au monde après celle de l'Amérique du Nord, l'Europe n'a-t-elle pas un effort tout particulier à faire par rapport à d'autres régions ? Les pays européens ne sont-ils pas appelés à s'accommoder d'une part réduite d'un gâteau lui-même rétréci ? De ce point de vue, les travaux visant à estimer une empreinte matières par habitant soutenable à l'échelle mondiale situent celle-ci à 5 t./hab. environ. Ce qui impliquerait pour l'Europe diviser par 3 son empreinte actuelle (16 tonnes / hab.).

Cette ambition parait d'autant plus nécessaire compte tenu des faibles avancées des négociations internationales sur les enjeux écologiques. Si la généralisation du « mode de développement occidental » à l'ensemble de la planète apparait insoutenable, comment convaincre les pays qui y aspirent d'y renoncer si les pays dits développés ne démontrent pas qu'un autre chemin est possible et souhaitable ?

Pour l'Europe, l'enjeu n'est pas seulement de « faire sa part », il s'agit également de viser un impact plus large par la force de l'exemplarité.

RAPPORT SUR LES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE 2021



733 MILLIONS DE PERSONNES SONT EN SITUATION D'EXTRÊME PAUVRETÉ EN 2020 (120 MILLIONS DE PLUS QU'EN 2019)



768 MILLIONS DE PERSONNES ONT SOUFFERT DE LA FAIM EN 2020 (117 MILLIONS DE PLUS QU'EN 2019).



584 MILLIONS D'ÉLÈVES EN RETARD D'APPRENTISSAGE EN 2020, SOIT 101 MILLIONS D'ENFANTS DE PLUS QU'EN 2019.



2 MILLIARDS DE PERSONNES N'ONT PAS ACCÈS À UNE EAU POTABLE GÉRÉE EN TOUTE SÉCURITÉ, **3,6 MILLIARDS** DE PERSONNES NE DISPOSENT PAS DE SERVICE D'ASSAINISSEMENT, **2,3 MILLIARDS** DE PERSONNES VIVENT DANS DES PAYS EXPOSÉS AU STRESS HYDRIQUE.



759 MILLIONS DE PERSONNES N'ONT PAS ACCÈS À L'ÉLECTRICITÉ
2,6 MILLIARDS DE PERSONNES UTILISENT DES SYSTÈMES DE CUISSON DANGEREUX ET INEFFICACES



PLUS D'UN MILLIARD DE PERSONNES VIVENT DANS DES BIDONVILLES ET SEULE LA MOITIÉ DE LA POPULATION URBAINE MONDIALE A AISÉMENT ACCÈS AUX TRANSPORTS PUBLICS

Source
Nations Unies, 2021

4.4 La dépendance de l'Europe à l'égard des ressources du reste du monde : un enjeu de résilience économique[14]

L'économie européenne repose de plus en plus sur les ressources du reste du monde

Pour satisfaire sa consommation finale (empreinte matières) ainsi que pour soutenir ses exportations, l'Union Européenne (UE-27) a mobilisé au total 11,2 milliards de tonnes de ressources en 2019. Selon cette approche, l'Europe capte environ 12% de l'extraction mondiale, soit le double de son poids (6%) dans la population du globe.

Or moins de la moitié de ces ressources est fournie par l'extraction domestique. Le reste provient des importations européennes, dont le volume en équivalents matières premières (prenant en compte les flux apparents et indirects) a été multiplié par deux depuis 1970, pour atteindre 5,1 milliards de tonnes en 2019.

Une dépendance aux importations particulièrement forte et sensible pour les énergies fossiles et les métaux

Parce que leur production demeure concentrée dans quelques pays, les combustibles fossiles et les minerais métalliques représentent les 3/4 du commerce mondial de matières premières.
L'Union Européenne en est un exemple particulièrement illustratif. En 2019, sa consommation d'énergie primaire repose encore à 71% sur les énergies fossiles (36% pour le pétrole, 22% pour le gaz, 13% pour les combustibles fossiles solides). Or l'UE ne détient qu'une faible part des réserves mondiales et sa production d'énergies fossiles est à la fois faible et en recul (-39% entre 2000 et 2019). La dépendance énergétique de l'UE à l'égard des importations est ainsi forte et croissante : 95% pour les produits pétroliers en 2018, 83% pour le gaz, 44% pour les combustibles fossiles solides. Concernant le pétrole, 14 des principaux pays fournisseurs de l'UE présentent une production déclinante.

La situation européenne est même plus critique pour les métaux dont l'extraction est encore plus concentrée géographiquement à l'échelle mondiale. Bien qu'ayant progressé de 46% entre 2000 et 2019, l'extraction européenne ne fournit que 18% de l'approvisionnement de minerais métalliques, le reste étant couvert par les importations.

Une dépendance qui se joue également dans les importations de produits manufacturés…

La dépendance matérielle de l'Europe ne prend pas seulement la forme d'importations de produits bruts ou peu transformés : par exemple du pétrole russe, du cuivre chilien ou encore du soja brésilien destinés à être raffinés et transformés sur le sol européen.
Les importations de produits manufacturés (automobiles, produits électroniques, textiles, agroalimentaires, etc.) constituent une autre facette de la dépendance de l'Europe aux ressources du reste du monde. Elles peuvent représenter des volumes importants au regard des flux de produits peu ou pas transformés, et contenir des matières potentiellement critiques (voir graphique ci-dessous) : par exemple, les importations de produits à base de combustibles fossiles (plastiques, composés chimiques, etc.) s'élèvent à près de 1,5 milliards de tonnes en 2019, contre 536 millions de tonnes de combustibles fossiles bruts.

A travers ces importations de produits manufacturés, l'Europe transfère aux pays fournisseurs le soin d'assurer l'approvisionnement des ressources nécessaires à leur fabrication.

… qui proviennent en large partie de Chine

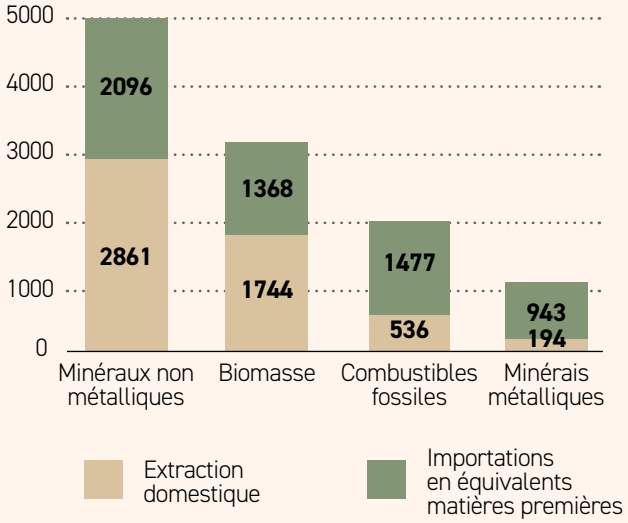
Le phénomène de désindustrialisation que connait l'économie européenne depuis plusieurs décennies reflète en particulier l'évolution des stratégies

d'internationalisation des firmes multinationales en faveur d'une fragmentation et d'une délocalisation des activités de fabrication manufacturière vers les pays du sud à faible coûts salariaux.

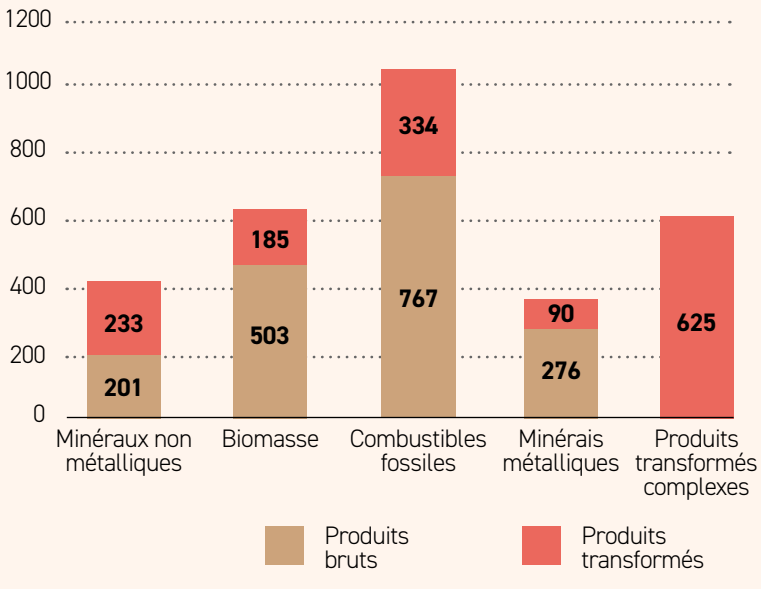
A cet égard, l'une des mutations les plus structurantes de l'économie mondiale au cours de la dernière période est bien entendu l'émergence spectaculaire de la Chine en tant qu'« atelier du monde » (premier exportateur mondial de marchandises depuis 2009). Représentant 22% des importations européennes de biens en 2021 (UE-27), la Chine est devenue, de loin, le premier fournisseur de l'Europe qui accuse avec elle un déficit commercial croissant (-251 milliards d'euros en 2021), tout particulièrement concernant les équipements électroniques, informatiques, électriques et électroménagers.

La dépendance matérielle de l'Europe ne prend pas seulement la forme d'importations de produits bruts. Elle se joue également dans les importations de produits manufacturés.

EXTRACTION DOMESTIQUE ET IMPORTATIONS EN ÉQUIVALENTS MATIÈRES PREMIÈRES DE L'UE-27 EN 2019
(EN MILLIONS DE TONNES)



COMPOSITION DES IMPORTATIONS DE L'UE-27 EN FLUX APPARENTS EN 2019
(EN MILLIONS DE TONNES)



Source
International Ressource Panel, Global Material Flows Database

4.5 La maitrise des ressources constitue un socle de la stratégie industrielle et technologique de la Chine[15]

Une ambition de puissance industrielle et technologique…

Comme l'indique le Plan « Made In China 2025 » adopté en 2015, la Chine n'entend pas se cantonner à un rôle d'atelier du monde assemblant des technologies avant tout maitrisées par les pays occidentaux. Elle ambitionne de devenir la première puissance industrielle et technologique, à travers l'augmentation de la valeur ajoutée des produits qu'elle exporte et de ceux destinés à son marché intérieur, et l'affirmation d'un leadership sur les nouvelles technologies (numérique, énergies renouvelables, véhicules électriques, etc.).

…qui s'appuie sur une stratégie de conquête des ressources mondiales sans équivalent

L'amplification considérable du métabolisme de l'économie chinoise – 1er pays extracteur et importateur de ressources au monde – n'est pas que le résultat de la puissance industrielle acquise par la Chine ces dernières décennies, elle en est aussi le carburant. Outre l'investissement massif dans la R&D, la maitrise des ressources constitue un autre levier clé de sa montée en gamme industrielle et technologique.

1. La construction d'une position dominante en matière d'extraction (via l'exploitation de ses propres ressources et la prise de contrôle de celles du reste du monde)…

Le gouvernement chinois a pris en main de longue date le secteur minier domestique à travers la mise en place d'un oligopole d'entreprises d'Etat et d'importants investissements visant à amplifier les capacités d'extraction de ses considérables ressources minérales.

Parce que ses propres ressources ne suffisent à satisfaire la forte croissance de ses exportations et de son marché intérieur, la Chine a également mis en place depuis plus de vingt ans une stratégie volontariste de prise de contrôle des capacités extractives des principaux pays exportateurs de ressources sur tous les continents, via des investissements directs à l'étranger (les acquisitions et prises de participation chinoises sont estimées à 125 milliards de dollars entre 2005 et 2021), des accords de libre-échange ou en encore des contrats de type « infrastructures contre ressources » (initiative « Nouvelles routes de la Soie »).

2. …et de raffinage des minerais…

En parallèle, la Chine a considérablement renforcé ses activités de raffinage depuis le début des années 2000, au point d'en devenir le leader mondial. Exemple emblématique : 80% des métaux nécessaires à la fabrication des batteries sont transformés en Chine.
Bénéficiant d'une forte compétitivité permise par une main d'œuvre bon marché et des normes environnementales peu contraignantes, la Chine est devenue l'un des premiers producteurs mondiaux de nombreux matériaux stratégiques pour les transitions énergétiques et numériques.

3. …lui permettant d'attirer les industriels occidentaux et de capter leurs savoir-faire technologiques…

Pour attirer et fixer une part croissante des maillons des chaines de production occidentales et capter les technologies associées afin d'accélérer le rattrapage des entreprises chinoises, la Chine s'appuie non seulement sur les sirènes de son marché intérieur, mais également sur ses ressources et matériaux compétitifs. Cet accès privilégié a souvent pour contrepartie une obligation de transfert de technologie à une entreprise partenaire chinoise.

4. …de manière à assurer la maitrise du marché intérieur par l'industrie chinoise…

Les autorités chinoises ont également entrepris de subventionner massivement le marché domestique tout en le

régulant de manière à imposer qu'une part élevée des technologies qui y sont commercialisées soient détenues et produites par des entreprises chinoises. Par exemple, entre 2004 et 2010, la part des entreprises chinoises ou joint-venture dans l'installation de nouvelles capacités de production éolienne est passée de 25% à 90%.

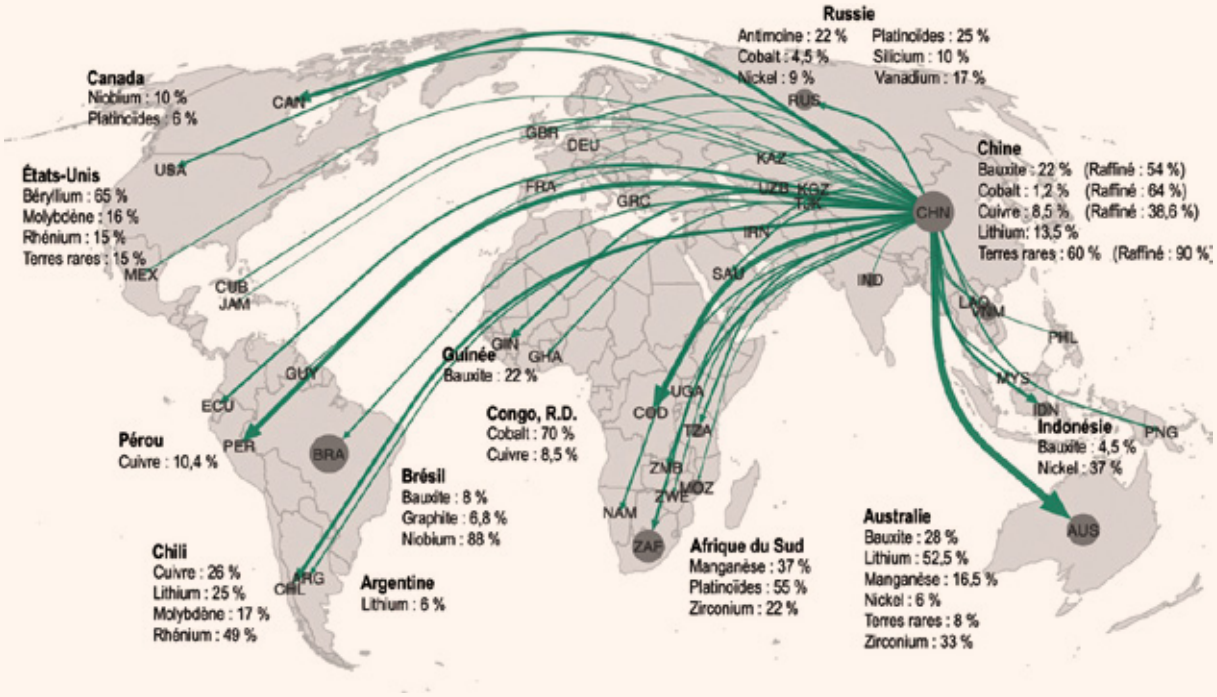
5. … lui conférant un avantage déterminant pour conquérir le marché mondial

Le rattrapage technologique et les économies d'échelle construits sur le marché domestique donnent aux entreprises chinoises un avantage majeur pour développer leur position à l'international. Par exemple, en quelques années, la Chine est devenue de loin le plus grand producteur de panneaux photovoltaïques et fournit 60 % à 70 % des panneaux solaires installés dans le monde. De même, le marché du véhicule électrique offre à l'industrie chinoise l'occasion prendre un raccourci technologique en faisant l'impasse sur le moteur thermique puisqu'elle elle domine d'ores et déjà la fabrication de batteries et la construction des véhicules.

La Chine s'appuie non seulement sur les sirènes de son marché intérieur, mais également sur ses ressources et matériaux compétitifs

PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS DE MINERAIS STRATÉGIQUES ET DESTINATION DES INVESTISSEMENTS DIRECTS À L'ÉTRANGER DE LA CHINE (EN VERT)

Note: sous le nom des pays figure leur part dans la production mondiale de minerais en 2021, la taille des cercles gris représente l'importance des réserves en 2020 et l'épaisseur des flèches le montant des IDE chinois sur la période 2002-2021
Source: Bonnet Tanguy et alii (2022), à partir de American Enterprise Institute, China Global Investment Tracker, United States Geological Survey



Source
Tanguy Bonnet et alii, 2022

4.6 Quelle autonomie stratégique pour l'Europe ?[16]

Comment décarboner le mix énergétique européen sans accélérer la dépendance aux métaux ?

La lutte contre le changement climatique et l'objectif de «neutralité carbone» affiché par les pays de l'UE supposent une transformation du modèle énergétique européen de manière à réduire drastiquement les importations de combustibles fossiles.

Cependant, la transition vers les énergies renouvelables pourrait amplifier la dépendance de l'Europe aux métaux, dont la production primaire se situe pour l'essentiel hors de l'Europe et génère une forte empreinte environnementale et sociale (consommation d'énergie et d'eau, pollution des sols et des eaux, émissions de GES, impacts sur la santé des populations locales, etc.).

Dans quelle mesure ces énergies peuvent-elles conforter ou fragiliser la souveraineté énergétique de l'Europe ? Jusqu'à quel point leur déploiement est-il soutenable à l'avenir ? La stratégie climatique européenne ne devrait-elle pas limiter le recours aux technologies nécessitant les ressources les plus critiques ?

Comment enrayer la dépendance matérielle, industrielle et technologique croissante de l'Europe à l'égard de la Chine ?

Une Chine à la fois conquérante et imprenable. Visant à générer et capter le maximum de valeur ajoutée à partir de ses ressources domestiques et de celles qu'elle exploite dans le monde, la stratégie de maitrise des filières de l'amont à l'aval permet à la Chine de construire une triple-domination – ressources minérales, capacités industrielles, applications technologiques à forte valeur ajoutée – aussi bien sur son propre marché que sur les marchés occidentaux, et pour un nombre croissant de filières stratégiques (éolien, photovoltaïque, batterie, véhicules électriques, chimie, intelligence artificielle…). La Chine s'insère dans les chaînes de valeur mondiales comme fournisseur des marchés extérieurs, dont elle capte une part croissante, tout en devenant dans le même temps de plus en plus autosuffisante sur son marché intérieur.

Une sino-dépendance source de risques stratégiques pour l'Europe. Cette dépendance forte et croissante à la Chine, que la crise sanitaire Covid-19 a révélé au grand jour, fait peser des risques majeurs pour l'économie européenne. La Chine est le producteur de la majeure partie des 30 matières premières critiques identifiées par la Commission Européenne, ainsi que le principal fournisseur des 137 produits (métaux bruts et transformés, produits chimiques, produits pharmaceutiques et médicaux, produits numériques, technologies bas-cabone, etc.) pour lesquels l'UE présente la dépendance la plus forte aux importations (forte concentration des pays fournisseurs, poids important dans les importations totales, faible capacité de substitution par une production domestique).

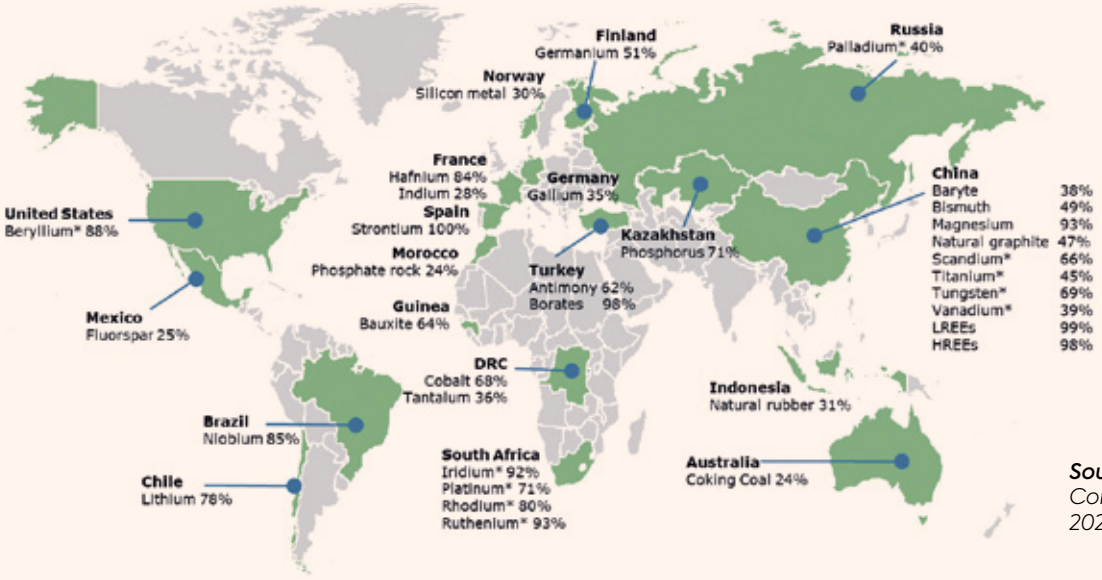
Or, les acteurs économiques et politiques européens semblent jusqu'ici avant tout guidés par une logique court-termiste d'accès aux ressources et au marché chinois, au risque d'une perte de compétitivité, de pouvoir de marché et, in fine, de souveraineté économique préjudiciable pour l'avenir.
Dans un monde de plus en plus contraint en termes de disponibilité et d'accès aux ressources, dans quelle mesure la Chine sera-t-elle toujours en capacité et encline à servir les marchés mondiaux ? Ne sera-t-elle pas tentée d'allouer en priorité ses ressources et sa production manufacturière à son vaste marché intérieur ? Au vu de la maitrise exercée par la Chine sur les filières industrielles, le risque d'approvisionnement pour l'Europe semble loin d'être négligeable. D'autant que les chaines de valeur mondiales présentent une vulnérabilité intrinsèque : fragmentation et éclatement spatial des chaines de production, concentration de chaque étape entre quelques entreprises et quelques usines à l'échelle mondiale, fonctionnement en flux tendus, etc.

Quelle souveraineté économique européenne dans un monde plus contraint?
La quête d'une « autonomie stratégique » s'impose à l'agenda politique européen, à travers des efforts en faveur de la relocalisation de la production d'un certain

nombre de biens répondant à des besoins jugés essentiels, comme en témoigne notamment la mise en place d'alliances industrielles dans plusieurs domaines (batteries, cloud, semi-conducteurs, etc.). Cette volonté d'autonomie s'élargit progressivement à la question de la sécurisation et de la soutenabilité des matières premières, à travers notamment le plan d'action sur les matières premières critiques et l'alliance européenne sur les matières premières. Relier l'enjeu de réindustrialisation à celui de la contrainte de ressource parait d'autant plus urgent que la maitrise des capacités industrielles et technologiques est indispensable pour optimiser l'usage des ressources : comment optimiser l'empreinte matérielle des produits consommés en Europe et la récupération des ressources en fin d'usage sans maitrise de leur cycle de vie (conception, fabrication, maintenance-réparation, réemploi, recyclage, etc.) ?

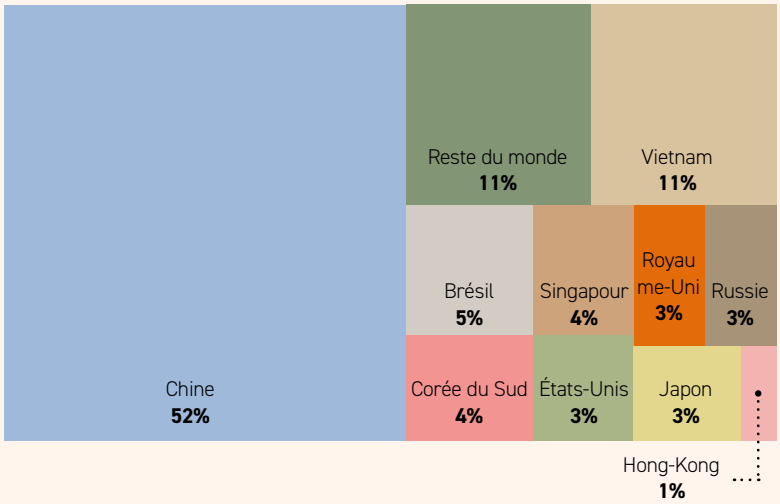
La Chine est le producteur de la majeure partie des 30 matières premières critiques identifiées par la Commission Européenne

PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS DE MATIÈRES PREMIÈRES CRITIQUES IDENTIFIÉES PAR LA COMMISSION EUROPÉENNE EN 2020



Source
Commission Européenne, 2020

PROVENANCE DE LA VALEUR DES 137 PRODUITS IDENTIFIÉS COMME FORTEMENT DÉPENDANTS DES IMPORTATIONS PAR LA COMMISSION EUROPÉENNE (EN %)



Source
Commission Européenne, 2021

05

Transformer le métabolisme de l'économie : quels enjeux et quels leviers pour les villes ?

En première ligne face à la contrainte de ressources et aux dépendances économiques, les villes européennes ont un rôle majeur à jouer dans la transformation économique à opérer[17].

Parce qu'elles concentrent les populations et les activités économiques, les villes génèrent une large partie des consommations d'énergie et de matières et des rejets vers l'environnement (GES, déchets, polluants, etc.). À l'échelle mondiale, les villes représentent 60 % de la consommation de ressources et 70 % des émissions de GES. Une situation que le secrétaire général de l'ONU résume en une formule : « les villes sont le lieu où la lutte pour la soutenabilité mondiale sera gagnée ou perdue ».

À travers leurs flux économiques (importations et exportations), les villes sont largement dépendantes des chaines de valeur mondiales aussi bien pour satisfaire leurs consommations que pour valoriser leurs productions. Cela place également les villes, notamment les plus grandes, en capacité d'influencer de nombreux autres territoires.

Ces constats invitent à faire converger les politiques de développement économique et de transition écologique des villes autour des objectifs de soutenabilité et d'autonomie stratégique. Concentrant leurs forces sur la compétitivité et l'attractivité du territoire sur le marché national, européen ou mondial, les stratégies économiques accordent encore peu d'attention à la capacité du tissu économique à répondre aux besoins domestiques essentiels. Focalisées sur les indicateurs de richesse ou d'emploi, elles négligent généralement les enjeux de soutenabilité liés au fonctionnement de l'économie locale, qui sont le plus souvent délégués aux politiques de transition écologique. Or ces dernières ne sont pas à proprement parler des démarches de transition entre la situation existante et un nouvel état jugé soutenable au regard des travaux scientifiques. Elles font plutôt figure de démarches d'amélioration continue, sur la base d'« objectifs atteignables », et tendent à reproduire les limites des objectifs fixés au niveau national ou européen, comme le fait de négliger les impacts liés aux importations.

Accélérer la transition vers une économique soutenable et plus autonome implique de réduire les flux d'importation à fort impacts/dépendances en activant le circuit économique local. Cela suppose de combiner réduction des consommations énergétiques et matérielles à satisfaire, augmentation de la part de la demande locale satisfaite par la production locale, et développement des ressources locales durables nécessaires à cette production. Cette ambition appelle la définition de politiques de transformation économique réorientant les leviers classiques de l'action économique (accompagnement entrepreneurial, animation de filières, soutien à l'innovation, aménagement économique, formation-emploi-insertion, etc.) et décloisonnant les dispositifs des politiques de transition – transition énergétique et climatique, économie circulaire, transition alimentaire, etc. – de manière à dépasser l'effet « patchwork » et à s'appuyer sur une approche réellement systémique du métabolisme territorial.

Consolider le circuit économique local nécessite également de construire de nouvelles alliances entre les villes et les territoires de proximité. Par définition, les villes externalisent la majeure partie de leur métabolisme vers d'autres territoires en capacité de leur fournir les ressources dont elles ont besoin et d'absorber les rejets qu'elles génèrent (déchets, émissions atmosphériques, etc.). La soutenabilité et l'autonomie des villes ne peuvent s'envisager qu'en relation avec les territoires qui les alimentent. Ce qui implique d'enrayer le mouvement de mise à distance de leur métabolisme induit par la mondialisation et la désindustrialisation, en construisant de nouvelles relations de réciprocité et de nouvelles alliances avec les territoires environnants pour assurer une mise en commun des ressources, capacités productives et besoins à satisfaire.

5.1 Concilier soutenabilité et autonomie stratégique des villes…[18]

Les limites planétaires et les dépendances économiques invitent à redéfinir les objectifs stratégiques des villes ainsi que l'échelle géographique de leur mise en œuvre.

Moins peser sur les ressources du reste du monde : un enjeu de responsabilité qui implique de décliner les principes de soutenabilité à l'échelle territoriale

Les déséquilibres écologiques globaux ne sont que la résultante de l'accumulation des pressions environnementales générées dans chaque pays et dans chaque territoire. De fait, l'objectif de soutenabilité à l'échelle mondiale dépend de la capacité de chaque territoire à l'atteindre à son niveau.

Chaque territoire qui ne parvient pas inscrire ou maintenir son métabolisme sur une trajectoire soutenable implique que d'autres territoires soient en mesure de compenser son empreinte environnementale excessive, ce qui accroit le risque que l'objectif global ne soit pas atteint.

Les principes clés d'un métabolisme soutenable définis au niveau de l'économie mondiale (voir 3.2) peuvent s'appliquer au niveau des territoires :

- Un approvisionnement énergétique fondé sur les énergies renouvelables et décarbonées ;
- Un approvisionnement en matières premières provenant principalement de boucles circulaires et de la biomasse ;
- Des flux de consommation de ressources et de rejets dans l'environnement restant en deçà des limites planétaires ;
- Une stabilisation du stock biens matériels en usage

En termes d'objectifs quantitatifs, atteindre une empreinte matières de 5 tonnes par habitant et une empreinte carbone de 2 tonnes par habitant à l'horizon 2050 constitue une cible pertinente pour les villes. À l'échelle nationale, cela signifie une division par trois de l'empreinte matières et par quatre de l'empreinte carbone. À terme, des objectifs complémentaires pourraient concerner l'empreinte biodiversité.

Moins dépendre des ressources du reste du monde : un enjeu de résilience qui incite à territorialiser le principe d'autonomie stratégique

Carrefours des échanges économiques mondiaux, les villes sont directement exposées aux risques d'approvisionnement induits par leurs dépendances matérielles, industrielles et technologiques. Les crises multiples de ces dernières années questionnent fortement leur résilience économique : comment peuvent-elles satisfaire les besoins de leurs habitants et maintenir une capacité exportatrice dans un monde plus contraint ?

L'émergence du principe d'autonomie stratégique à l'échelle européenne ouvre une brèche dans la doctrine économique en vigueur en plaçant la question de la dépendance aux importations à l'agenda politique. Assurer une plus large maîtrise des ressources (matières et énergies), des process industriels et des technologies stratégiques pour la souveraineté économique devient un objectif politique à part entière.

Les villes sont appelées à s'emparer de l'objectif d'autonomie stratégique dans la mesure où il revêt nécessairement une dimension multiscalaire. Il parait en effet souhaitable que chaque territoire cherche à réduire sa dépendance aux importations – hors-UE en particulier – en visant une plus grande autonomie économique : faire en sorte qu'une plus grande part de la demande locale soit satisfaite par la production et les ressources locales.

À rebours de toute logique de repli ou d'autarcie, ce principe d'autonomie stratégique locale rend possible un fonctionnement plus « modulaire », et donc plus résilient, du système économique global. En effet, en favorisant la redondance et la diversité des ressources et des activités de chaque territoire, la recherche d'une plus grande autonomie contribue à éviter qu'un élément du système ne devienne indispensable à la survie de l'ensemble, tout en permettant à chaque « module » (territoire) de continuer à fonctionner en cas de choc touchant le reste du système. De plus, avec des territoires plus autonomes, ceux qui sont touchés par un choc externe ou interne peuvent trouver un soutien auprès des territoires moins exposés ou plus résistants à cette perturbation.

Enfin, si chaque territoire peut développer son autonomie, il ne s'agit pas pour autant de chercher à produire localement tout ce dont on a besoin à cette échelle. L'autonomie stratégique suppose d'articuler les échelles (locale, régionale, nationale, européenne) et de faire jouer les complémentarités de ressources et de capacités productives entre territoires.

… à l'échelle des territoires dont elles dépendent[19]

Par définition, les villes externalisent la majeure partie de leur métabolisme vers d'autres territoires

Historiquement, les villes n'existent et ne peuvent se développer que dans la mesure où d'autres territoires extérieurs sont en capacité de leur fournir les ressources dont elles ont besoin et dont elles sont largement dépourvues. L'« externalisation » du métabolisme urbain est consubstantielle à l'existence des villes : leurs aires d'approvisionnement (fournissant les ressources qu'elles consomment) et d'exutoire (absorbant leurs rejets : déchets, émissions atmosphériques, etc.) reposent en très large partie sur des territoires situés hors de leurs murs.

Une mise à distance du métabolisme des villes et de ses impacts environnementaux

Sur la longue durée, ce processus d'externalisation du métabolisme des villes s'est déployé pour l'essentiel dans la proximité, à travers des interdépendances fortes avec leur hinterland (arrière-pays). Les relations entre les villes et leurs ceintures nourricières en fournissent une illustration emblématique.

Mais la mondialisation des échanges et le phénomène de désindustrialisation ont transformé en profondeur la géographie du métabolisme des villes européennes, en élargissant considérablement les territoires mis à contribution à travers des chaînes de production de plus en plus distantes et complexes.

Or, cette évolution a favorisé l'intensification de l'empreinte environnementale des villes. En permettant de s'appuyer des territoires plus nombreux et plus lointains, la mondialisation du métabolisme urbain permet aux villes de drainer des flux de ressources et de renvoyer des flux de déchets et d'émissions plus importants, et ce d'autant plus que leurs impacts environnementaux s'en trouvent invisibilisés.

L'allongement de la distance entre les villes et leurs aires d'approvisionnement et d'exutoire n'est en effet pas qu'économique et géographique, il est aussi relationnel et sensible. Les acteurs des villes (consommateurs, entreprises, collectivités, etc.) disposent de peu d'informations sur les entreprises, les lieux et les méthodes de production des produits importés. Restant hors de leur vue, l'accroissement des pressions environnementales rencontre ainsi peu de garde-fous.

La soutenabilité et l'autonomie des villes dépendent de celles des territoires qui les alimentent

S'il revient aux villes de requestionner leur fonctionnement interne et de faire évoluer leurs modes de consommation et de production, leur soutenabilité et autonomie futures ne peuvent toutefois s'envisager qu'en relation avec les territoires qui les alimentent. Il s'agit en d'autres termes de passer du métabolisme urbain au métabolisme territorial.

Réduire la distance pour construire des relations de réciprocité

La soutenabilité des villes se joue en large partie dans la capacité à enrayer la distanciation croissante entre lieux de consommation et lieux de production induite par les logiques de marché. Il s'agit en d'autres termes de réinscrire les pressions environnementales dans le cadre de relations de réciprocité entre ces lieux.

Rapprocher des villes les territoires dont elles dépendent pour leur métabolisme peut permettre aux citoyens, élus, entreprises, etc. de percevoir de manière plus directe et quotidienne les implications des modes de production et de consommation en termes de pression sur les ressources et de rejets vers les milieux. Cette exposition plus immédiate aux réalités du problème peut faciliter l'identification de ses causes et conséquences, ainsi que les responsabilités et les préjudices pour chacun (le consommateur pouvant être le voisin ou le salarié du producteur, etc.). Elle favorise également la recherche active de solutions au plan de la production (process et produits à moindre impact, etc.) et de la consommation (pratiques plus sobres et responsables, etc.) et permet de contrôler plus rapidement l'impact de l'action (boucle de rétroaction courte).

Tout l'enjeu pour les villes est de construire de nouvelles alliances avec les territoires qui les environnent afin de faire émerger une approche commune des besoins à satisfaire, des ressources à valoriser et des impacts environnementaux à réguler au sein d'aires d'approvisionnement et d'exutoire partagées. La notion de biorégion peut trouver ici tout son sens.

Ces coopérations interterritoriales peuvent bien entendu s'envisager à des échelles géographiques variables en fonction des ressources et capacités productives disponibles à proximité des villes.

5.2 Réduire les flux d'importation à fort enjeu en misant sur le circuit économique local[20]

Pour les villes et leur arrière-pays, progresser vers la soutenabilité et l'autonomie stratégique implique avant tout de réduire les impacts écologiques (prélèvements et rejets dans l'environnement) et les dépendances (énergétique, matérielle, technologique, industrielle) liés aux importations. Comment y parvenir ?

Verdir et diversifier les flux d'importation ne peuvent suffire

Le premier réflexe peut consister à continuer à importer le même nombre de voitures, de t-shirts, de smartphones… mais en privilégiant les produits à moindre impact environnemental (« importer plus vert ») et en diversifiant les pays et entreprises fournisseurs afin de réduire les risques d'approvisionnement. Importantes et de bon sens, ces réponses sont-elles pour autant suffisantes ? On peut douter qu'elles permettent à elles seules de diviser par trois l'empreinte matières des villes (et par quatre leur empreinte carbone) et de contrebalancer le fait que les 2/3 de la valeur des biens manufacturés consommés par les ménages français sont aujourd'hui importés.

Réduire les importations à fort enjeu en répondant à la demande locale par la production et les ressources locales

Moins peser et moins dépendre du reste du monde implique pour les villes de réduire les flux d'importation qui entrainent les pressions environnementales et les dépendances les plus fortes. Réduire le recours à ces flux tout en satisfaisant la demande locale des habitants, des entreprises et des acteurs publics suppose de miser davantage sur le circuit économique du territoire. Concrètement, il s'agit :

- **d'accroitre la part de la demande locale** satisfaite par la production locale ;

- **d'accroitre la part des ressources locales durables** (renouvelables, biosourcées, circulaires, décarbonées) dans les ressources utilisées par la production locale.

En termes économiques, la consolidation du circuit économique local passe donc par le déploiement de filières tournées vers la demande locale et articulant les capacités productives (savoir-faire, outils de production…) et les ressources durables du territoire.

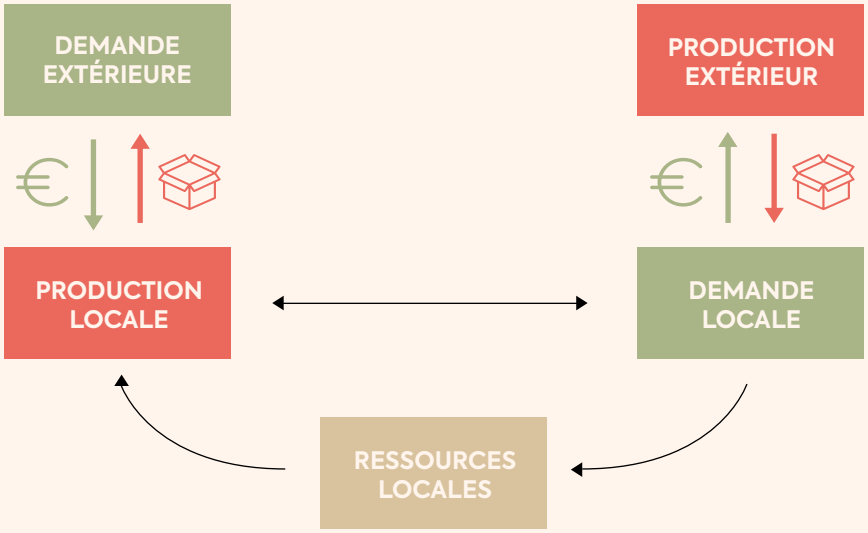
L'équation du circuit économique local ne peut tenir cependant sans réduction des consommations à satisfaire

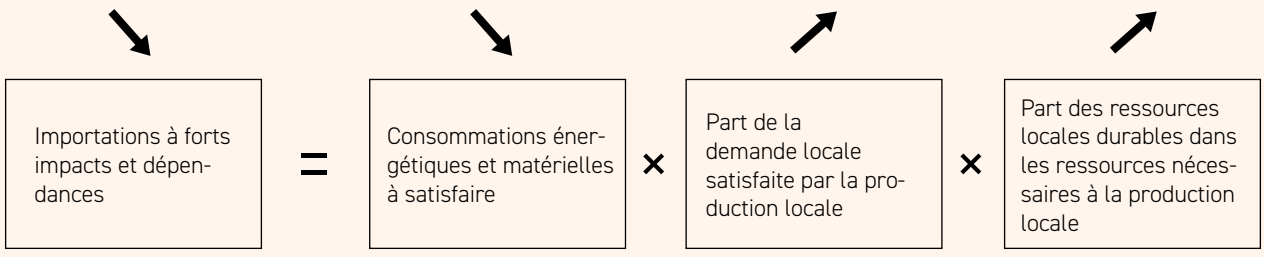
Il y a une limite physique à la possibilité de substitution des flux d'importation par la production domestique. Il suffit pour s'en convaincre de comparer le contenu matières des importations avec l'extraction domestique à l'échelle nationale : cela représente respectivement 633 et 808 millions de tonnes en 2019. On imagine mal d'augmenter de 80% l'extraction nationale pour remplacer les ressources importées ; sans compter que pour certaines ressources (telles que les métaux) l'extraction de la France est aujourd'hui quasi-nulle. Même en considérant les villes comme autant de « mines urbaines » et en ajoutant à leurs ressources énergétiques et matérielles celles de leur hinterland, et même en tablant sur une réduction de l'intensité énergétique/matières de la production domestique à l'avenir, l'écart demeurerait vraisemblablement important.

La réduction des importations à fort impact/dépendance passe donc d'abord par une réduction des consommations matérielles et énergétiques qui en sont à l'origine : combustibles fossiles, produits alimentaires d'origine animale, équipements électriques et électroniques, automobiles, granulats et produits en ciment, produits textiles, etc. Pour le dire autrement, une demande locale réduite sera plus facile à satisfaire par la production et les ressources locales.

La réduction des importations à fort impact/dépendance passe donc d'abord par une réduction des consommations matérielles et énergétiques qui en sont à l'origine

TRANSITION VERS UNE ÉCONOMIE SOUTENABLE ET PLUS AUTONOME : RÉDUIRE LA DEMANDE LOCALE ET LA SATISFAIRE DAVANTAGE PAR LA PRODUCTION ET LES RESSOURCES LOCALES





Source
UTOPIES

5.3 Une boite à outils pour consolider le circuit économique local[21]

Mieux comprendre le métabolisme de l'économie locale : une nouvelle approche des diagnostics territoriaux

L'élaboration de stratégies d'activation du circuit économique local implique de renouveler et de fusionner les diagnostics économiques et environnementaux afin de :

- **Prendre en compte l'ensemble des flux qui font l'économie des territoires :** production, consommation, exportations, importations, échanges locaux, etc. ;
- **Évaluer ces flux à la fois dans leurs dimensions économiques** (montant, contenu en emplois, effet multiplicateur sur le reste de l'économie, etc.) et biophysiques (contenu matières et énergétique, impact carbone, impact biodiversité, etc.)
- **Décomposer l'analyse par secteurs d'activités** (secteurs producteurs, consommateurs, d'importation et d'exportation) afin de pouvoir cibler l'action sur les flux qui concentrent les enjeux.

Quelle est l'empreinte environnementale et l'exposition aux vulnérabilités des chaines de valeur mondiale de chaque territoire ? Disposer de ce type d'éclairages nécessite de mobiliser de nouvelles méthodologies de diagnostic croisant les outils de l'analyse économique et environnementale. L'analyse entrées-sorties étendue à l'environnement (environmentally extended input–output analysis dans la littérature) constitue ici un cadre méthodologique de référence au sein de la communauté scientifique et statistique, comme en témoignent les travaux de l'International Ressource Panel et du Service des données et études statistiques du Ministère de la transition concernant le calcul des empreintes matières et carbone des pays, ainsi que ceux du Conseil d'Analyse Économique et de la Direction du Trésor du Ministère de l'économie sur l'identification des risques d'approvisionnement liées aux chaines d'approvisionnement internationales.

Identifier les postes d'importation et les filières clés pour consolider le circuit économique local

Piloter le développement de filières locales et la réduction des consommations à la source suppose tout d'abord d'identifier les flux d'importation soulevant les principaux enjeux en termes de :

- **Potentiel économique :** Quelles importations représentent les gisements d'activités et d'emplois les plus importants ?
- **Dépendance extérieure :** De quelles importations le territoire est-il le plus dépendant et lesquelles proviennent davantage de l'étranger (VS reste du pays), et plus particulièrement de pays hors-UE ?
- **Empreinte environnementale :** Quelles importations sont les plus impactantes au plan environnemental (consommation de ressources, émissions de gaz à effet serre, etc.) ?

La « short list » résultant de l'analyse croisée de ces trois dimensions permet d'identifier les filières locales stratégiques, c'est-à-dire celles qui sont à l'origine, via leurs achats, d'une large partie des flux d'importations à fort enjeu.
Enfin, l'analyse doit permettre d'évaluer dans quelle mesure les filières retenues répondent aujourd'hui à la demande locale qui leur est adressée.

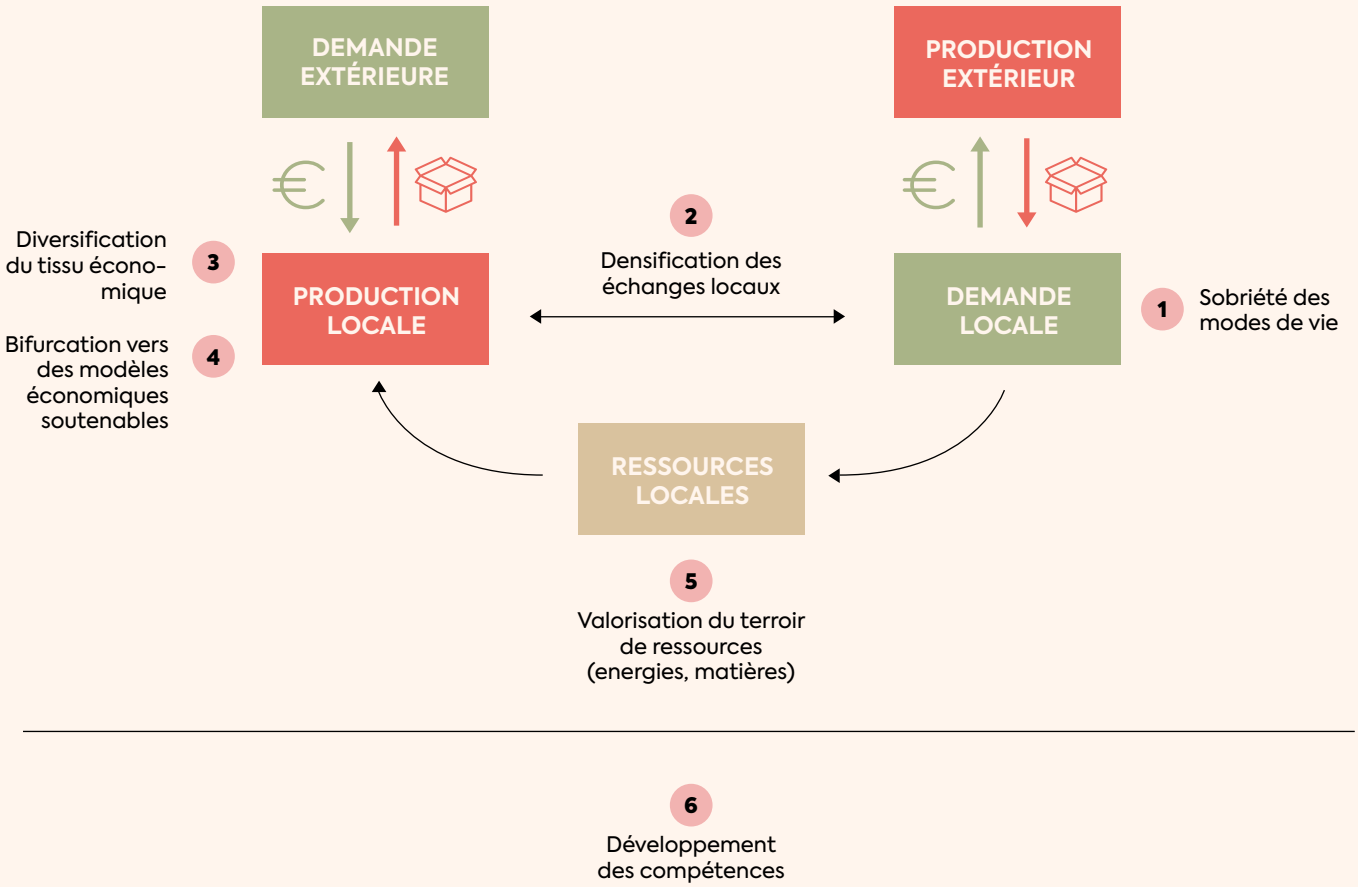
6 leviers pour passer à l'action

Accélérer la transition vers une économique soutenable et plus autonome en misant sur le circuit économique local exige également de revisiter la boite à outils de l'action économique et environnementale territoriale. Les pages qui suivent proposent 6 leviers d'action en ce sens (voir schéma ci-contre).

- **Le levier #1** vise à inscrire les modes de vie des habitants sur une trajectoire de sobriété.
- **Le levier #2** vise à rapprocher la demande locale des habitants, entreprises et acteurs publics de la production locale.
- **Les leviers #3 et #4** visent à renforcer la capacité de la production locale à adresser durablement la demande locale via la diversification du tissu économique et la transition des entreprises vers des modèles économiques soutenables.
- **Le levier #5** vise à développer et valoriser de manière durable le socle de ressources énergétiques et matières du territoire.
- **Le levier #6** vise à assurer le développement des compétences nécessaires à la transformation de l'économie ainsi que l'accompagnement des mutations professionnelles induites par cette dernière.

Accélérer la transition vers une économique soutenable et plus autonome en misant sur le circuit économique local exige également de revisiter la boite à outils de l'action économique et environnementale territoriale

6 LEVIERS POUR CONSOLIDER LE CIRCUIT ÉCONOMIQUE LOCAL



Source
UTOPIES

Levier #1

Sobriété des modes de vie[22]

« La réduction de nos impacts et de nos dépendances passe d'abord par la réduction de notre consommation énergétique et matérielle »

Pourquoi ce levier ?

Comme évoqué plus haut (voir 3.2 et 5.2), la transition vers une économie soutenable et plus autonome passe par des modes de vie plus sobres. La sobriété doit permettre en particulier d'aboutir à une stabilisation du stock de biens en usage (bâtiments, infrastructures, véhicules, équipements, textiles, etc.) afin d'enrayer la croissance des consommations d'énergie et de matières nécessaires à son fonctionnement, son entretien et son renouvellement. Favoriser des modes de vie plus sobres implique d'articuler plusieurs logiques d'action et de cibler les postes de consommation générant les principaux impacts et dépendances.

• Une réorientation des habitudes de consommation

Le levier de sobriété le plus direct consiste à réinterroger le besoin à la source, tandis que trois autres pratiques de complémentaires réinterrogent quant à elles la manière de satisfaire les besoins

▸ **Réduire sa consommation individuelle annuelle :** par exemple, réduire le nombre de kilomètres parcourus par an, la température de chauffage de son logement, la quantité de viande consommée, le nombre de vêtements achetés, etc.

▸ **Réorienter sa consommation vers les biens et services les moins impactant (moins intensifs en ressources et/ou émetteurs de rejets) :** par exemple, se déplacer en transport en commun ou en vélo plutôt qu'en voiture individuelle, décarboner le chauffage de son logement, privilégier les produits éco-conçus, de seconde main, reconditionnés, remanufacturés, fabriqués à proximité, éviter les produits surdimensionnés, etc.

▸ **Allonger la durée d'usage des produits consommés pour réduire le besoin de renouvellement :** par exemple, privilégier l'achat de produits plus durables et les faire réparer, revendre ou donner les produits inutilisés, etc.

▸ **Mutualiser l'usage des produits avec d'autres particuliers afin réduire le nombre total de produits nécessaires pour répondre au besoin :** par exemple, utiliser des services de covoiturage, de location de matériel, etc.

• La sobriété n'est acceptable que si elle est équitable

La réduction de l'empreinte de la consommation finale ne peut s'appliquer de manière identique à tous les individus. En effet, certains modes de vie entraînent des impacts beaucoup plus élevés que d'autres : l'intensité des impacts a tendance à s'élever avec le niveau de vie des personnes. Du niveau de richesses dépend aussi la marge de manœuvre pour adopter un mode de vie plus sobre. Les ménages touchés par la pauvreté sont déjà une situation de sobriété subie, ce qui restreint non seulement leur capacité à réduire davantage leur consommation mais également leur propension à faire le choix de produits « made in local/France » et durables potentiellement plus couteux.

Comme le soulignent différentes enquêtes et l'a rappelé la crise des Gilets Jaunes, le principe d'équité face aux efforts à accomplir constitue une condition essentielle de la transition des modes de vie. Celui-ci incite à responsabiliser davantage les personnes qui génèrent le plus d'impact en requestionnant le droit à une consommation illimitée. Il invite également à garantir la satisfaction des besoins essentiels de chacun, comme en témoigne par exemple la proposition de sécurité sociale de l'alimentation ou la mise en place de tarifications progressives sur l'eau et l'énergie. Ce double principe de plafond maximum et de plancher minimum de consommation est au cœur du concept émergeant de « consumption corridors ».

• La sobriété implique une évolution de l'environnement économique, social et culturel

La sobriété des modes de vie dépend également de la mise à disposition par les entreprises (voir levier 5) et les acteurs publics d'une offre de biens et de services elle-même favorable à la sobriété. Il sera par exemple plus facile de réduire l'empreinte de sa mobilité si l'on peut accéder à des véhicules nettement moins volumineux et émetteurs, une offre de transport en commun à proximité ou un réseau de pistes cyclables étoffé.
De même, il semble difficile de progresser vers la sobriété sans renouveler les normes sociales et les valeurs culturelles de la société de consommation, ce qui appelle une évolution du cadre règlementaire (régulation de la publicité notamment).

• La sobriété ne peut être « décrétée d'en haut »

Un large débat démocratique s'impose afin de construire une vision partagée des cobénéfices de la sobriété, des sources immatérielles de bien-être, des consommations nuisibles, des besoins essentiels à assurer et de la manière de les satisfaire, ou encore de la répartition des responsabilités entre individus, entreprises et acteurs publics.

Comment passer à l'action ?

OBJECTIFS	PISTES D'ACTIONS
Construire une vision partagée des modes de vie sobres	• Mettre en place une gouvernance dédiée réunissant les habitants, les acteurs associatifs, les acteurs économiques et les acteurs publics • Co-construire un manifeste en faveur de la sobriété des modes de vie
Favoriser un habitat sobre	• Réduire les situations de sous-occupation des logements par le soutien aux parcours résidentiels, la colocation, la cohabitation intergénérationnelle, etc. • Inciter les acteurs de la construction de logement à la sobriété constructive • Encourager la sobriété et la rénovation énergétique des logements
Favoriser une mobilité sobre	• Sensibiliser les habitants aux impacts de la mobilité carbonée (voiture et avion) et encourager le recours aux modes alternatifs (vélo, bus, train, etc.) • Promouvoir un urbanisme favorable à la « ville du quart d'heure » • Encourager le télétravail et le tourisme de proximité • Exclure les véhicules les plus lourds et réduire la vitesse en centre-ville • Promouvoir une transition vers l'électromobilité sobre (véhicules de taille limitée, services de covoiturage et autopartage, etc.)
Favoriser une alimentation sobre	• Sensibiliser et inciter les habitants à suivre les recommandations du Programme national nutrition santé 2019-2023 • Encourager et faciliter la consommation de produits alimentaires locaux et durables à domicile et dans la restauration collective et commerciale • Sensibiliser et accompagner les habitants, la restauration collective et commerciale vers une réduction du gaspillage alimentaire
Favoriser un équipement sobre	• Interdire les publicités incitant à la surconsommation dans l'espace public et promouvoir les messages incitant à consommer moins et mieux (réparation, produits éco-conçus, d'occasion, reconditionnés, etc.) • Favoriser l'implantation des activités de réparation et de commerce de produits éco-conçus, d'occasion, reconditionnés, remanufacturés

Quels exemples inspirants ?

La Métropole de Grenoble invite les citoyens à réfléchir aux leviers de la sobriété environnementale

Elle a mis en place une démarche participative articulant deux grandes séquences : questionnaire sur les modes de vie et habitudes de consommation auprès des 300 membres des instances participatives ; appel à volontaires pour constituer un panel de 60 citoyens pour participer à des temps d'ateliers (partage de connaissance, interviews d'acteurs, rédaction d'avis citoyen, etc.).

Plus de cent propositions d'actions ont été recueillies et rassemblées pour être étudiées par les services.

https://metropoleparticipative.fr/participation/213/32-espace-participatif.htm?access=1&tab=501

Des défis famille pour encourager la sobriété des ménages

Depuis 10 ans, Nantes Métropole développe des « défis famille » sur trois volets : défi énergie ; défi zéro-déchet ; défi alimentation positive. Au sein de chaque défi, les habitants sont amenés à s'interroger sur leurs besoins (en chaleur, en aliments transformés et suremballages) et la métropole, en partenariat avec les associations opératrices, les aide à adopter des nouveaux comportements plus sobres. Ces défis, rassemblent environ 500 foyers chaque année. L'objectif est de les massifier et de mobiliser le plus d'habitants possible dans une dynamique collective de changement de comportement.

https://metropole.nantes.fr/defis-citoyens

Une politique ambitieuse en faveur des mobilités actives

La communauté d'agglomération est engagée de longue date dans le développement de solutions alternatives à la voiture individuelle. L'objectif d'ici 2030 est de réduire sa part modale à 45 %, de doubler celle du vélo (de 7 % à 14 %) et d'accroitre celle de la marche et des transports collectifs, en activant plusieurs leviers : contraintes aux déplacements automobiles (stationnement, ZFE, plan de, circulation), facilitation des déplacements à vélo (troisième schémas vélo, stationnements, mise à disposition de vélos en libre-service et aide à l'achat), encouragement à la marche à pied (axes apaisés), etc.

https://www.agglo-larochelle.fr/vie-pratique/deplacements?article=developper-la-pratique-du-velo

Levier #2

Densification des échanges locaux[23]

« Il ne suffit pas que l'offre et la demande soient proches pour qu'elles se rencontrent »

Pourquoi ce levier ?

Accroître la part de la demande locale satisfaite par la production locale passe par une amplification des échanges locaux : faire en sorte que les achats des habitants, des entreprises et des acteurs publics se tournent davantage vers la production locale, et inversement. Or, face à l'essor du e-commerce, à la mondialisation des marchés et des chaines d'approvisionnement, aux règles de la commande publique, ce « réflexe local » n'a rien d'évident. Il existe donc des marges de progrès importantes en la matière.

La densification des échanges locaux apparaît d'autant plus cruciale qu'elle est au cœur d'un ressort clé (mais souvent négligé) du développement économique : l'effet multiplicateur local. À l'image du jeu de flipper, plus les entreprises s'approvisionnent localement et répondent aux besoins du territoire, plus les habitants se tournent vers l'offre locale, plus les acteurs publics s'appuient sur les fournisseurs de proximité, et plus les richesses « ricochent », circulent et se démultiplient, la somme des échanges (et l'activité et l'emploi associés) se révélant supérieure à la dépense initiale.

Faciliter le rapprochement entre l'offre et la demande locales constitue donc un enjeu clé pour développer le circuit économique local. Cela passe par la mise en place de dispositifs d'information, d'incitation, d'intermédiation et de coopération ciblant trois types d'échanges :

• Encourager les habitants à « consommer local »
Si les habitants affichent de plus en plus une aspiration à « consommer mieux et plus local », celle-ci pourrait se diffuser davantage au-delà des premiers cercles de convaincus. L'essor des mouvements « Buy local » en Amérique du nord montre qu'il est possible et efficace d'engager des actions de mobilisation des habitants autour de leur capacité à contribuer à la vitalité économique du territoire où ils résident à travers leurs choix de consommation.

L'essor d'une consommation plus locale et responsable dépend également de la disponibilité, de la visibilité et de l'accessibilité de l'offre de commerces et de services : comment donner une plus large place aux produits « made in local/région/France » parmi l'assortiment proposé par les commerces du territoire ? Comment permettre aux habitants d'identifier facilement les commerces où ils vont pouvoir trouver ce type de produits ? Comment rendre ces produits accessibles à tous (voir levier 1) ?

• Booster les échanges interentreprises
Faisant face à des enjeux croissants de sécurisation et de soutenabilité de leurs approvisionnements et de leurs débouchés, les entreprises manquent pourtant souvent de temps, de réseau ou d'organisation interne pour identifier les solutions offertes par leur territoire d'implantation.

Tout l'enjeu est de favoriser des échanges qui n'auraient pas lieu spontanément. Cela suppose d'être en mesure de mieux cerner les logiques d'approvisionnement des entreprises et les freins et leviers au développement de l'achat local/régional. Il s'agit également de jouer un rôle de facilitateur des échanges en rapprochant besoins d'achat et solutions locales, et en favorisant la construction de relations de confiance entre entreprises.

• Faire de l'achat public un levier de développement local et de transition
La commande publique représente un potentiel économique important pour les entreprises locales, ainsi qu'un levier d'exemplarité en matière d'achat local et responsable. Il semble en effet malvenu d'encourager les entreprises à jouer le jeu de l'achat local sans que l'acteur public montre le cap. Toutefois, alors que les États-Unis disposent de longue de plusieurs législations imposant aux administrations fédérales ainsi qu'aux États fédérés de privilégier l'achat de produits « Made in America », en Europe la politique de la concurrence de l'UE interdit toute utilisation d'un critère de provenance géographique en matière de commande publique.

Pour autant, un certain nombre d'initiatives montrent que les règles de la commande publique offrent de réelles marges de manœuvre pour aller vers une commande publique plus favorable au tissu économique local et aux solutions durables. Ce qui soulève la question de la consolidation de l'ingénierie de la commande publique de la collectivité.

Comment passer à l'action ?

OBJECTIFS	PISTES D'ACTIONS
Encourager les habitants à « consommer local et responsable »	• Favoriser l'installation de commerces de produits « Made in Local » • Encourager les grandes enseignes commerciales à faire une place aux produits « Made in Local » • Lancer une campagne de communication et mettre à disposition une plateforme/appli géolocalisant les commerces et produits « Made In Local » • Favoriser le développement d'une monnaie locale
Booster les échanges interentreprises	• Mettre en place un baromètre annuel « achats des entreprises » • Organiser un salon annuel « sourcing local » pour mettre en visibilité les besoins et les solutions • Créer et animer des « Clubs Achat » par filière réunissant donneurs d'ordre et PME locales • Faciliter les échanges BtoB en s'appuyant sur des plateformes d'échanges inter-entreprises • Accompagner les démarches de relocalisation des approvisionnements des industriels
Faire de l'achat public un levier de développement local et de transition	• Définir une stratégie d'achat public intégrant des objectifs et critères en matière d'accessibilité pour les TPE-PME, circularité, décarbonation, insertion sociale, etc. • Mettre en place un dispositif de sourcing auprès des fournisseurs locaux • Animer une communauté des acheteurs publics responsables pour mutualiser les outils et partager les bonnes pratiques

Quels exemples inspirants ?

La campagne de communication et la plateforme « #DansMaZone » de la Région Occitanie

Lancée initialement sous la forme d'une campagne parodiant les logos des géants d'internet (Facebook, Instagram et Amazon) pour promouvoir les commerces et savoir-faire locaux, "Dans ma zone" est devenue une plateforme en ligne au moment de la crise du Covid 19.

Elle offre une vitrine aux artisans, fabricants et commerçants de la région. Comptant à l'heure actuelle plus de 20 000 produits et plus de 5 000 professionnels, elle permet aux consommateurs de géolocaliser les produits disponibles à proximité, et aux professionnels de créer un espace gratuitement pour valoriser leur savoir-faire / produits.

https://app.dansmazone.laregion.fr/search

Une communauté d'entreprises pour développer les achats des grands groupes auprès des PME

Fondé en 2015 par le Centre des Jeunes Dirigeants (CJD) afin d'aider les PME à travailler davantage avec les grands groupes, le Lab Pareto réunit et anime une communauté de 120 directions achat et plus de 5 000 PME pour favoriser l'interconnaissance et co-construire des bonnes pratiques en matière d'achats responsables.

Déployant ses activités en régions, le Lab Pareto propose différentes expériences en intelligence collective : ateliers de travail, parcours immersif « Vis ma vie », commissions de co-développement, outil de matching entre PME et grands groupes.

https://www.labpareto.com/

Le schéma de promotion des achats responsables de la Métropole Aix-Marseille

Représentant un montant d'achats annuel de 1,3 milliard d'euros, il vise l'objectif d'inclure, d'ici 2025, des clauses environnementales dans 100 % des marchés notifiés dans l'année, et des clauses sociales dans 30 %, et ce en réalisant 5 % des achats métropolitains auprès d'entreprises solidaires.

Récompensé par les trophées de la commande publique 2022, le schéma prévoit également d'encourager et simplifier l'accès à la commande publique pour les PME du territoire, de soutenir l'économie sociale et solidaire (ESS), de privilégier les produits issus de filières durables et équitables.

https://ampmetropole.fr/metropole/administration/marches-publics/

Levier #3

Diversification du tissu économique[24]

« Plutôt que d'espérer le retour de l'usine perdue, partons de notre dynamique entrepreneuriale et de nos capacités productives »

Pourquoi ce levier ?

L'insertion des pays et des territoires dans la mondialisation s'est traduite par la mise en place de politiques économiques visant à renforcer la compétitivité des entreprises et des filières à l'export. Ces stratégies reposent généralement sur des logiques de spécialisation sur certaines activités à forte valeur ajoutée (R&D, design, marketing, services, etc.) des chaines de production afin d'approfondir l'exploitation d'économies d'échelle et d'avantages comparatifs, au détriment des activités de fabrication, jugées moins stratégiques et moins rentables.

La perte de capacité et de diversité productive qui résulte de cette stratégie de spécialisation place in fine les territoires dans une situation de triple dépendance au marché global :

▶ Pour écouler leur production puisque le marché domestique (national/régional/local) est insuffisant pour absorber une offre spécialisée ;

▶ Pour satisfaire leur consommation domestique, puisque la spécialisation de la production locale implique de s'en remettre à l'offre globale pour tout le reste ;

▶ Pour absorber les pressions sur les ressources et écosystèmes naturels, en raison de la délocalisation des impacts environnementaux induits par les importations.

Comme l'ont révélé les chocs d'offre et de demande provoqués par les crises récentes, les gains de productivité et de rentabilité permis par la spécialisation ont pour contrepartie une vulnérabilité croissante des territoires aux chocs transmis par les échanges économiques mondiaux. Il devient urgent pour eux d'inverser la logique de spécialisation en réinvestissant la diversité de leur tissu économique.

• Les multiples bénéfices de la diversité productive

Indispensable pour consolider des filières « du champ à l'assiette », la diversification économique est une condition clé pour favoriser un élargissement de l'offre locale susceptible de se substituer aux biens et services aujourd'hui importés.

En offrant un éventail d'options et d'alternatives, la diversité économique apporte également une agilité de nature à renforcer la résilience des territoires face aux différents chocs rencontrés ces dernières années et pressentis dans celles à venir.

Enfin, la diversification constitue un levier essentiel pour favoriser la bifurcation des activités locales dont le devenir est remis en question par la transition écologique (cimenterie, raffinerie, etc.).

• Orienter les porteurs de projet vers l'entrepreneuriat de territoire

Un premier levier de diversification réside dans la dynamique entrepreneuriale. En révélant les marchés locaux disponibles, les importations du territoire peuvent constituer une puissante source d'inspiration pour créer et développer de nouvelles entreprises proposant une offre locale soutenable en réponse à la demande locale. Mais encore faut-il que la dynamique entrepreneuriale identifie et se saisisse de ces opportunités. Réduire l'évasion de la demande locale passe ainsi par le soutien et l'accompagnement des « entreprises de territoire », tournées vers les besoins locaux et valorisant les savoir-faire et les ressources du territoire.

• Redéployer les capacités productives locales

Souvent présentée comme le retour dans le pays d'origine d'unités de production antérieurement délocalisées dans les pays à faibles coûts salariaux, la relocalisation présente un faible potentiel de diversification du tissu économique local. En revanche, chaque territoire dispose d'un tissu productif (savoir-faire, outils, usines, compétences, etc.) qui ne demande qu'à se déployer vers de nouvelles activités et de nouveaux produits en prise avec la demande locale. Ce redéploiement des savoir-faire passe en particulier par la mise en réseau verticale et horizontale entre entreprises.

La diversification économique passe également par le développement de coopérations économiques entre les villes et leurs territoires voisins afin de tirer parti de leurs complémentarités en termes de savoir-faire et d'outils de production, et de freiner le phénomène de métropolisation des activités et des emplois par une meilleure répartition spatiale des activités productives (économie distribuée).

Comment passer à l'action ?

OBJECTIFS	PISTES D'ACTIONS
Faire éclore une nouvelle génération d'entrepreneurs de territoire	• Orienter les dispositifs d'accompagnement entrepreneurial vers les opportunités de la demande locale • Créer et animer une communauté d'entrepreneurs de territoire
Valoriser et mettre en réseau les savoir-faire productifs du territoire	• Cartographier et favoriser la mise en réseau des acteurs de la fabrication • Soutenir la diffusion des outils et savoir-faire de la micro-fabrication 4.0 (Fab Labs, machines, etc.) • Donner corps à la communauté fabricante à travers une gouvernance dédiée et un récit commun autour du « Made in Local » • Activer les complémentarités économiques entre territoires
Redéployer le patrimoine productif local	• Accompagner la diversification des entreprises industrielles via l'approche des « sauts productifs » • Encourager les pratiques de cofabrication (mutualisation de lignes de production entre entreprises) • Déployer des solutions productives clés en main de type « Plug & Play » (unités de micro-fabrication en container) • Cibler la stratégie d'attractivité sur les entreprises contribuant à la consolidation/diversification/transition des filières locales
Faire de la place aux activités productives au sein des espaces urbains	• Préserver les espaces productifs existants et en prévoir de nouveaux en privilégiant la rénovation des zones d'activités et la requalification des friches économiques (objectif ZAN) • Développer une offre publique et privée de locaux adaptés aux différentes activités productives et étapes de leur développement
Mobiliser l'épargne locale en faveur des entreprises locales	• Lancer une plateforme territoriale de financement participatif • Lancer un fonds d'investissement citoyen à l'échelle du territoire • Apporter un soutien public aux Sociétés Coopératives d'Intérêt Collectif (SCIC) à fort enjeu pour le territoire

Quels exemples inspirants ?

START-UP DE TERRITOIRE

Une démarche d'intelligence collective pour faire émerger des projets entrepreneuriaux au service du territoire

Start-Up de Territoire est une dynamique entrepreneuriale lancée sur douzaine de territoires qui vise à faire travailler ensemble les acteurs locaux de tous horizons (ESS, PME, grandes entreprises, collectivités territoriales, etc.) afin d'imaginer et incuber des projets entrepreneuriaux innovants et créateurs d'emplois répondant aux besoins du territoire.

La dynamique s'articule autour d'un évènement créatif et fédérateur ouvert à tous pour faire émerger des idées entrepreneuriales à partir des défis identifiés sur le territoire.

http://startupdeterritoire.fr/

Valenciennes Métropole

Un diagnostic des opportunités de « sauts productifs »

Afin de permettre aux entreprises de trouver des relais de développement face aux chocs économiques, la Métropole de Valencienne a réalisé une étude visant à identifier des opportunités de diversification.

Cette étude a permis de mettre au jour les parentés productives entre les activités actuelles des entreprises et celles qu'elles pourraient développer pour mieux servir la demande locale. Les proximités productives sont évaluées selon plusieurs dimensions : technologies, process de productions, intrants, métiers, compétences.

Herrikoa

Un fonds d'investissement permet à des milliers d'épargnants de participer à la création d'emplois

Lancé en 1980 au Pays Basque, le fond Herrikoa compte aujourd'hui plus de 4 300 actionnaires, composés en très grande majorité de particuliers, auxquels s'ajoutent de nombreux partenaires publics et privés (Région, Communauté d'Agglomération, CCI, BPI France, établissements financiers, entreprises et associations locales).

Herrikoa est un outil financier de capital-investissement solidaire présent dans 80 petites et moyennes entreprises du Pays Basque pour un montant de 4,7 millions d'euros de capitaux investis sous différentes formes (apport en capital, avance en compte-courant, titres participatifs, etc.).

https://herrikoa.com/fr/

Levier #4

Bifurcation vers des modèles économiques soutenables[25]

« À travers leur offre et leur processus de production, les entreprises ont une influence considérable sur la définition de la demande et la manière de la satisfaire »

Pourquoi ce levier ?

La diversification de la production locale ne peut se résumer à proposer une copie d'un produit importé, générant les mêmes impacts environnementaux et les mêmes dépendances aux ressources et technologies critiques.

Accélérer la transition des entreprises vers des modèles économiques soutenables et résilients doit permettre de proposer au territoire et au marché extérieur une offre sobre et résiliente. Un renouvellement des politiques de soutien au développement et à l'innovation des entreprises doit permettre d'accompagner trois transformations majeures :

• Transformer les modèles de création de valeur
Les modèles industriels dominants reposent bien souvent sur une logique de vente en volume de produits neufs via la conquête de nouveaux clients et l'incitation des clients actuels à renouveler leurs achats. Ces modèles encouragent la surconsommation et entrainent des flux massifs de produits sous-utilisés ou mis au rebut.

L'enjeu ici est d'encourager les entreprises à renouveler leur proposition de valeur en s'assurant de son utilité sociale et en misant sur la vente de produits neufs à longue durée de vie (pouvant se matérialiser par des garanties étendues), de services d'allongement de la durée de vie des produits (maintenance / réparation / remise à neuf / upgrading), de services liés à l'accès aux produits (location, vente d'un usage ou d'une performance, services de consommation collaborative, etc), de produits de seconde main (réutilisation), reconditionnés (contrôle et remise en état des fonctionnalités d'un produit) ou remanufacturés (démontage complet et remise en état d'un produit à un niveau de performance et de qualité identique voire supérieur à l'origine) ou de services de réduction des consommations (économies d'énergie, d'eau, etc.).

• Transformer les logiques d'innovation
L'écrasante majorité des produits consommés à l'ère industrielle n'est pas conçue pour préserver les ressources et les écosystèmes, mais privilégie plutôt la minimisation des coûts et/ou la recherche permanente de puissance, d'espace, de fonctionnalités, de personnalisation, etc. Pourtant, on estime que 80 % des impacts environnementaux d'un produit tout au long de son cycle de vie sont déterminés par la manière avec laquelle il est conçu.
Les politiques d'innovation doivent inciter les entreprises à porter une nouvelle ambition visant à réduire radicalement l'empreinte environnementale des produits en :

▸ **maximisant** l'intégration de matières biosourcées / recyclées / décarbonées et de composants réutilisés / remanufacturés disponibles à proximité, la sobriété des phases de production et de d'usage (consommation de matières, énergie, eau, etc.), la durabilité, la réparabilité, l'évolutivité, le réemploi et la recyclabilité des produits (robustesse, qualité, démontabilité, modularité, traçabilité, standardisation et séparabilité des composants et matériaux, etc.), le caractère intemporel du design ;

▸ **minimisant** l'usage de ressources à fort impact environnemental (combustibles fossiles, plastiques, métaux, ciment, soja, huile de palme, coton, substances toxiques, etc.), l'émission de GES, de déchets et autres polluants, l'utilisation d'emballages et de transports en amont et en aval ;

▸ **limitant** les fonctionnalités du produit à celles véritablement utiles à l'utilisateur final, la complexité des technologies embarquées, le coût d'accès pour les personnes modestes.

Plus largement, le développement de filières locales de produits manufacturés parait hors de portée sans une forme de simplification des matériaux, composants, technologies et savoir-faire nécessaires à leur fabrication.

• Transformer la chaine de production
Les modèles économiques actuels reposent bien souvent sur des chaines d'approvisionnement globalisées à fort impact environnemental et social.
La densification des échanges locaux (levier #2) et la valorisation des ressources locales (levier#5), peuvent aider les entreprises à privilégier l'usage de ressources, composants, équipements et procédés durables, provenant de fournisseurs (re)localisés à proximité de l'entreprise. Cela suppose également d'accorder une attention particulière à la mise en place d'une logistique inversée et d'incitations (consigne, offre de réduction, rachat, reprise, etc.) permettant de récupérer les produits, composants et matériaux usagés auprès des clients.

Comment passer à l'action ?

OBJECTIFS	PISTES D'ACTIONS
Coconstruire une ambition collective en faveur de la transition des entreprises	• Animer une gouvernance dédiée associant largement les entreprises et les structures d'accompagnement • Incarner les objectifs et les engagements des entreprises et de la collectivité via un manifeste en faveur de la transition
Sensibiliser les entreprises et les aider à évaluer les enjeux et opportunités des modèles économiques soutenables	• Proposer et soutenir des formats de sensibilisation interne (dirigeants, équipes) et collective des entreprises : fresques du climat et de la biodiversité, témoignages d'entreprises, ateliers, etc. • Proposer et soutenir les diagnostics internes : diagnostic éco-flux, bilan matières, bilan carbone, analyse de cycle de vie, audit RSE, etc. • Mettre à disposition des entreprises un outil d'auto-évaluation de leur impact économique, social, environnemental, territorial
Soutenir et accompagner les stratégies, les innovations et les investissements des entreprises	• Mettre à disposition un guide cartographiant l'offre d'accompagnement à la transition (locale, régionale, nationale) et orienter les entreprises • Soutenir les investissements des entreprises en faveur de la sobriété/décarbonation des process de production (énergie, matière, eau...), des bâtiments et des véhicules • Soutenir, incuber, accélérer et financer l'éco-innovation et le développement de modèles économiques soutenables • Accompagner les stratégies de logistique inverse des entreprises
Développer un écosystème au service des entreprises engagées	• Mettre en ligne une plateforme regroupant les contenus : manifeste, supports de sensibilisation, outils d'évaluation, dispositifs d'accompagnement, bonnes pratiques, etc. • Créer, animer et valoriser une communauté d'entreprises engagées dans la transition écologique et favoriser le partage d'expériences • Mobiliser et soutenir les centres de recherche et d'expertise en lien avec les l'innovation et les modèles économiques soutenables.

Quels exemples inspirants ?

La stratégie de transition économique 2022 - 2030 de la région Bruxelles-Capitale

Elle vise la transformation de l'économie bruxelloise pour qu'elle soit décarbonée, régénérative, circulaire, sociale, démocratique et digitale. Elle prévoit notamment une réorientation progressive du soutien de la Région vers les entreprises s'inscrivant dans une démarche de transition économique, un appui à la production locale des biens essentiels via un raccourcissement des chaines de valeur, un fléchage des efforts d'innovation vers les enjeux de la transition.

L'animation de la stratégie s'appuie en particulier sur un site dédié et l'organisation annuelle d'une Shifting Economy Week.

https://shiftingeconomy.brussels/

Un outil d'auto-évaluation des impacts à destination des entreprises du territoire

La Métropole de Lyon met à disposition des entreprises un questionnaire en ligne gratuit leur permettant d'évaluer leurs pratiques selon 6 domaines : inclusion et justice sociale, soutenabilité économique, viabilité environnementale, santé et bien-être au travail, coopérations et gouvernance et activités à impact positif.

L'entreprise obtient un score sur 100 points lui permettant de se positionner globalement mais aussi selon chaque thématique et des recommandations lui sont soumises afin d'améliorer ses pratiques.

https://kelimpact.grandlyon.com/login

L'accélérateur REV3 pour faire émerger les entreprises innovantes de la transition écologique

Depuis 10 ans, la Région Hauts-de-France et la CCI de région animent la démarche collective rev3 qui vise à faire des Hauts-de-France l'une des régions européennes les plus avancées en matière de transition énergétique, écologique et numérique. Elle donne une place centrale à l'accompagnement des entreprises (nouveaux modèles d'affaires, modes de production, organisation, innovation, etc.), à travers une offre étoffée : diagnostics, financements, booster d'innovation, communauté d'entreprises, etc.

https://rev3-entreprises.fr/

Levier #5

Valorisation du terroir de ressources[26]

« Moins peser et moins dépendre du reste du monde implique de compter davantage sur nos propres ressources »

Pourquoi ce levier ?

La capacité des territoires à développer un socle de ressources locales renouvelables, circulaires et décarbonées apparait cruciale pour assurer durablement la satisfaction de la demande locale et la résilience du tissu économique. Cela soulève plusieurs points d'attention :

· Définir une « stratégie ressources » à l'échelle de la ville et de son hinterland
Comment faire converger les ressources et les besoins du territoire ? Cela suppose d'adopter une approche holistique de la production de ressources locales (énergies renouvelables et de récupération, biomasse, minéraux, produits et matières secondaires, etc.) et d'évaluer son potentiel de développement futur : quels volumes, quelles qualités, quels usages possibles et soutenables ?
De l'autre côté de la balance, il convient d'analyser les volumes et la composition des consommations d'énergies et de matières des ménages, des entreprises et des acteurs publics, d'identifier les ressources critiques sur l'ensemble de la chaine d'approvisionnement et de projeter les besoins futurs au regard des objectifs de sobriété et d'autonomie du territoire.

Il s'agit enfin de définir une trajectoire permettant d'ajuster l'offre et la demande de ressources. Quelles activités faut-il développer pour mieux valoriser les gisements identifiés et proposer un bouquet d'énergies et de matières adapté aux besoins du territoire ? Quelles évolutions des procédés de production les entreprises doivent-elles envisager afin d'intégrer une plus grande part de ressources locales ?

• Faire de l'allongement et de l'optimisation de la durée d'usage du stock existant la première ressource locale
Chaque territoire dispose d'un actif majeur pour satisfaire la demande locale dans la durée : le stock de bâtiments, infrastructures, véhicules, machines, équipements, textiles, etc. accumulé au cours des dernières années/décennies. Ce stock représente un volume considérable de ressource et d'énergie grise (celle qui a été nécessaire à sa production) dont les territoires ont tout intérêt à faire bon usage afin de réduire les besoins de renouvellement à neuf et repousser l'étape de recyclage des déchets.

Contrairement à ce que laissent entendre généralement les politiques d'économie circulaire, le recyclage est loin d'être la stratégie de circularité la plus vertueuse. Celui-ci bute sur de multiples obstacles mentionnés plus haut (voir 2.3) qui empêchent de récupérer les matières contenues dans les produits dans leur quantité et qualité initiales (downcycling). De plus, les activités de recyclage se traduisent souvent par une évasion vers l'extérieur du territoire des flux de déchets à traiter ou des matières récupérées. Enfin et surtout, le recyclage entraine la perte des fonctionnalités intrinsèques du produit : par exemple, le recyclage d'une machine à laver entraine la destruction de tous les composants qui pourraient encore être utilisés pour cet usage. Or, les études montrent que plus un matériau peut être utilisé longtemps pour son usage prévu initialement moins il y a de perte de matériau par unité fonctionnelle.
Priorité doit donc être donnée aux leviers de circularité permettant de préserver le plus longtemps possible la valeur d'usage du stock en place (réparation, réemploi, reconditionnement, remanufacturing, etc.), de manière à conserver les matières sur le territoire et limiter la pression sur les ressources primaires locales et importées.

· Prendre en compte les enjeux de dépendance matérielle et technologique liés au déploiement des énergies renouvelables
Comme évoqué plus haut (voir 2.2), la transition énergétique se traduit par l'installation massive d'unités de production (panneaux PV et solaire thermique, éolienne, poêles et chaudières bois, pompes à chaleur, etc.) aujourd'hui largement importées et mobilisant des matières premières soulevant des risques d'approvisionnement. Cette situation invite à privilégier le recours à des équipements made in France/Europe et favoriser le développement de capacités locales de fabrication / remanufacturing, en s'appuyant sur les recommandations du plan national de programmation des ressources minérales de la transition bas carbone.

· Prévenir les conflits d'usage autour de la valorisation de la biomasse locale
L'agriculture et la forêt font face à des attentes potentiellement contradictoires qu'il devient urgent d'arbitrer: fournir des matières à usage alimentaire et non alimentaire, contribuer à la réduction des émissions de GES, à la préservation de la biodiversité, etc.

Comment passer à l'action ?

OBJECTIFS	PISTES D'ACTIONS
Doter le territoire d'une « stratégie ressources » partagée entre ville et campagne	• Évaluer le potentiel de ressources locales (énergies et matières) • Évaluer les consommations énergétiques et matières et les risques d'approvisionnement associés • Définir une trajectoire visant à faire converger ressources et besoins locaux
Allonger et intensifier la durée d'usage du stock existant (bâtiments, infrastructures, véhicules, vélos, machines et équipements, textiles, etc.)	• Lutter contre la vacance dans le parc de logements, bureaux, commerces, zones d'activités, etc. • Encourager la réhabilitation, la rénovation et l'adaptation du parc bâti • Faire passer à l'échelle les activités de réparation, réemploi, reconditionnement, remanufacturing • Mettre un place une filière locale de pièces d'occasion / à la demande pour alimenter les activités d'allongement de la durée de vie des produits
Déployer les énergies renouvelables et de récupération	• Faire de la production d'énergies renouvelables un projet de territoire • Privilégier l'installation d'équipements de production d'énergies renouvelables made in France/Europe et développer les capacités locales de fabrication/remanufacturing
Renforcer l'autonomie alimentaire du territoire	• Préserver et reconquérir le foncier agricole • Encourager l'agriculture nourricière et les pratiques agroécologiques • Consolider les capacités de transformation et de distribution en circuit court
Développer les filières de matériaux biosourcées	• Soutenir la structuration et la gestion durable de la filière forêt-bois • Développer les cultures pourvoyeuses de matériaux biosourcés et les activités de transformation aval (textile, isolants, chimie, etc.)
Boucler les flux de matières	• Développer la déconstruction sélective et le réemploi/recyclage de matériaux pour la construction • Optimiser la collecte et le tri du gisement de (bio)déchets et réduire leur exportation par le développement des filières de valorisation • Proposer aux entreprises des opportunités de synergies interentreprises en matière d'écologie industrielle et territoriale

Quels exemples inspirants ?

Les coopérations interterritoriales autour de la transition énergétique

Réunissant Brest Métropole et 6 autres intercommunalités, le pôle métropolitain du Pays de Brest a fait de « l'autonomie énergétique du territoire » l'une trois priorités de son contrat de transition écologique. Cette ambition se traduit par plusieurs formes de coopérations : accompagnement de l'élaboration des PCAET, candidatures communes à différents appels à projets, mutualisation de l'agence locale de l'énergie, de la Société d'Economie Mixte en charge du développement des énergies renouvelables et de la Plateforme rénovation de l'habitat, structuration d'une filière bois-énergie avec les professionnels...

https://www.pays-de-brest.fr/energie-climat

La feuille de route réemploi de la région Bruxelles-Capitale

Administration de l'Environnement et de l'Énergie de la Région de Bruxelles-Capitale, Bruxelles Environnement anime une feuille de route visant à accélérer le réemploi des équipements (appareils électriques et électroniques, meubles, textiles, vélos, etc.).

Elle comprend trois axes stratégiques : (1) la facilitation de l'accès au gisement d'équipements et matériaux publics et privés, (2) la mise en place d'un cadre public qui facilite les activités de réparation et de revente, (3) l'expérimentation et la mise en œuvre de projets pilotes liés au réemploi.

https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/2022_feuille_de_route_reemploi_2025_fr.pdf

Le projet alimentaire interterritorial de la région grenobloise

De manière pionnière en France, Grenoble Alpes Métropole s'est alliée à 8 territoires voisins pour porter un projet alimentaire interterritorial (PAiT) autour de plusieurs enjeux majeurs : la préservation et la reconquête du foncier agricole, le maintien des agriculteurs et l'aide à l'installation, la transition des pratiques agricoles, la restauration collective saine durable et responsable, l'accompagnement au changement de comportement alimentaire.

Le PAiT est adossé au Pôle agroalimentaire créé en 2018 pour fédérer les acteurs des différents maillons des filières alimentaires.

https://pait-transition-alimentaire.org/

Levier #6

Développement des compétences[27]

« La transformation de l'économie entraine des besoins de compétences majeurs, tout en remettant en question certains métiers »

Pourquoi ce levier ?

La mise en œuvre des cinq leviers précédents dépend de la disponibilité des compétences nécessaires. Mieux anticiper ces mutations est d'autant plus crucial qu'elles laissent entrevoir aussi bien des créations que des destructions d'emplois, ainsi que des impacts différenciés selon les secteurs et donc selon les réalités territoriales. Parce que les entreprises et les actifs prospectent le plus souvent au sein d'un marché du travail localisé, les territoires ont tout intérêt à se saisir du sujet. Ce qui soulève pour eux trois enjeux clés :

• Anticiper les impacts de la transition / relocalisation de l'économie sur l'évolution des emplois, des métiers et des compétences

Du côté des opportunités de créations d'emplois, celles induites par la transition énergétique (la mise en œuvre de la Stratégie Nationale Bas Carbone pourraient engendrer la création de 700 000 à 900 000 emplois d'ici 2050) s'ajouteraient à celles permises par la réindustrialisation (la France compterait 1,7 million d'emplois industriels supplémentaires si elle se situait dans la moyenne européenne concernant le nombre d'emplois industriels pour 100 actifs).

À l'inverse, la nécessité de réduire certaines productions et consommations à fort impact environnemental se traduira inexorablement par la diminution, voire la fermeture, de certaines activités (par exemple, centrales électriques à charbon, raffineries, construction neuve, automobile etc.). L'évaluation des impacts sur l'emploi des scénarios Transition(s) 2050 de l'Ademe se traduit ainsi par des résultats contrastés. Reposant sur une baisse drastique de la production de biens carbonés et de la construction neuve, le scénario le plus sobre (S1 - Génération frugale) se traduit par un recul de 1,5 million d'emplois en 2050 par rapport au scénario tendanciel. Tandis que le scénario le plus pourvoyeur d'emplois (S4 - Pari réparateur) en génère 800 000 de plus que le scénario tendanciel, en maintenant la consommation de masse grâce à un large recours aux solutions technologiques.

Tout l'enjeu est donc de prévoir l'évolution quantitative et qualitative des métiers et des compétences en déclin, en mutation, en émergence, en croissance pour être en mesure d'accélérer la transformation de l'économie ainsi que le recyclage des compétences et les reconversions des personnes dont l'activité est menacée à terme.

• Articuler adaptation de l'offre de formation, attractivité des métiers et accompagnement des transitions professionnelles…

Répondre aux besoins de compétences actuels et futurs implique une adaptation de l'offre et des financements de formation initiale, continue et professionnelle (formalisation des nouveaux besoins de formation, adaptation des référentiels, des contenus pédagogiques, de l'évaluation, etc.). L'adaptation des formations peut aussi constituer un levier de prise de conscience des problématiques environnementales dans l'ensemble des métiers et secteurs d'activités. Par ailleurs, il est essentiel de dimensionner à la baisse les formations dans les secteurs en décroissance afin d'éviter « d'enfermer » de nouveaux actifs dans des métiers à l'avenir étroit.

Mais il ne suffit pas de disposer d'une offre de formations adaptées. Encore faut-il que des actifs soient motivés par les métiers et emplois auxquels elles conduisent. Or, l'industrie subit un déficit d'attractivité de longue date et rencontre aujourd'hui des difficultés de recrutement inédites depuis le début des années 1990. De même, certaines activés clés pour la transition – réparation, gestion des déchets, construction, agriculture, sylviculture, etc. – rencontrent des difficultés similaires. Cette question de l'attractivité des métiers prend une acuité particulière au moment où l'on constate une perte de sens du travail, notamment parmi les jeunes générations.

Enfin, au moment où la France compte encore plus de 3 millions de demandeurs d'emplois de catégorie A et une précarisation croissante de l'emploi, la capacité à sécuriser et accompagner les mobilités professionnelles entre les métiers/emplois sur le déclin et ceux en émergence/croissance constitue une condition clé pour favoriser une transition juste au plan social.

• … en encourageant une plus forte implication des entreprises

Si les entreprises ont un intérêt direct à s'investir dans le développement des compétences de leurs salariés (pour gagner en compétitivité, agilité, attractivité, etc.), seuls un quart d'entre elles ont mis en place une politique de formation systématique.

Comment passer à l'action ?

OBJECTIFS	PISTES D'ACTIONS
Anticiper les impacts de la transition / relocalisation de l'économie sur l'évolution des emplois, des métiers et des compétences	• Favoriser la coordination des acteurs économiques, de l'emploi-insertion et de la formation au niveau territorial • Capitaliser et décliner localement les travaux de prospective des métiers et des compétences menés au niveau national • Mettre en place un baromètre annuel « emploi-compétences » auprès des entreprises et leur proposer un outil d'autodiagnostic • Impulser des démarches de GPEC (Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences) dans les filières stratégiques
Adapter l'offre de formation initiale, professionnelle et continue	• Développer les formations au service de la transition écologique • Consolider les formations liées aux filières industrielles stratégiques et à la micro-fabrication locale • Favoriser le décloisonnement et l'hybridation de l'offre de formation • Soutenir la formation intégrée au travail et l'offre de formation des entreprises (écoles et campus internes...) • Donner un accès prioritaire à la formation aux personnes peu qualifiées
Renforcer l'attractivité des métiers nécessaires à la transformation de l'économie	• Mener des campagnes de sensibilisation et de valorisation de l'intérêt et de l'utilité des métiers auprès des collégiens-lycéens, des demandeurs d'emplois et du grand public • Inciter les entreprises à améliorer la qualité des emplois (durée du contrat de travail, rémunération, conditions de travail..., etc.) • Encourager les entreprises à se tourner vers les personnes en insertion pour pourvoir les emplois en tension
Accompagner les transitions professionnelles	• Accompagner les PME sur le volet RH/compétences et relayer les bonnes pratiques • Évaluer les compétences transférables entre métiers en déclin et métiers en croissance et soutenir les démarches de reconversion professionnelle • Orienter les structures d'insertion par l'activité économique vers les marchés locaux liés à la transition / relocalisation

Quels exemples inspirants ?

L'expérimentation Supports aux Dialogues Prospectifs (SDN)

Testée pour la première fois avec les acteurs du pays du Cambrésis mobilisés par la maison de l'emploi (Cambrésis Emploi) avec l'appui de l'Ademe, d'Alliance Villes Emploi et de la Cellule économique régionale de la construction (CERC), la méthode SDP vise à faire converger les anticipations des entreprises et des acteurs de l'emploi et de la formation pour la rénovation énergétique des logements.

Les ateliers prospectifs participatifs ont permis d'élaborer des scénarios à 5 ans et un plan d'action associant une vision des marchés de la rénovation énergétique et les implications en matières d'emplois-compétences.

http://www.cambresisemploi.fr/actions-thematiques/58-sdp-batiment

L'atelier Fab City: Une formation dédiée à la micro-fabrication urbaine

Mise en place par 3 écoles de Nancy (École nationale supérieure d'art et de design de Nancy, ICN Business School et Mines Nancy), l'Alliance ARTEM (Art, Technologie et Management) articule intégration des nouvelles technologies et perspective managériale, stratégique, économique et juridique. Parmi les ateliers proposés, l'atelier Fab City explore « les nouveaux métabolismes de la ville » et les possibles d'une « ville refabricante, participative et circulaire » (fabrication distribuée, Smart factory, Designer entrepreneur, Local is Logical).

http://www.alliance-artem.fr/fabcity.html

La première coopérative de Transition Écologique en France

Créée en 2019 à l'initiative de la ville de Grande-Synthe (Nord) et de l'Association suisse Zoein, TILT vise à soutenir des initiatives citoyennes et entrepreneuriales engagées en faveur de la transition écologique, par de l'accompagnement, de la formation, l'accès à des aides financières directes ou indirectes, et l'intégration au sein d'un collectif d'entrepreneurs et de partenaires.

Elle expérimente en particulier le concept de Revenu de Transition Écologique (RTE) visant à garantir un revenu à des personnes physiques souhaitant se reconvertir dans d'activités orientées vers l'écologie et le lien social.

https://www.tilt.coop/

Bibliographie

1

• Barles Sabine (2020). Métabolisme urbain, in Dictionnaire critique de l'anthropocène, Paris, CNRS Éditions, 543-544.
• Haberl, Helmut et alii (2019). Contributions of sociometabolic research to sustainability science. Nature Sustainability, 2(3).
• Pauliuk, S. et Hertwich, E. G. (2015). Socioeconomic metabolism as paradigm for studying the biophysical basis of human societies. Ecological Economics, 119
• Petit Caroline (2021). Le métabolisme agri-alimentaire pour une contribution de l'agronomie aux approches socio-métaboliques. Agronomie, Environnement & Sociétés, Association Française d'Agronomie (Afa), 2021, 11(2),

2

• Daviron Benoit (2016), Agriculture et économie : du solaire au minier... et retour ?, Agronomie, Environnement & Sociétés, volume 6, numéro 1
• Haas Willi et alii (2020), Spaceship earth's odyssey to a circular economy - a century long perspective, Resources, Conservation & Recycling 163
• International Ressource Panel (2019) – Global Resources Outlook 2019 – United Nations Environment Programme (UNEP)
• Krausmann Fridolin et alii (2009) – Growth in global materials use, GDP and population during the 20th centur – Ecological Economics 68(10),
• Krausmann Fridolin et alii (2018) – From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015 – Global Environmental Change 52
• Streeck Jan et alii (2021), The role of socio-economic material stocks for natural resource use in the United States of America from 1870 to 2100, Journal of Industrial Ecology 2021;1–17.
• Steffen, Will et alii (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. The Anthropocene Review, 2(1)
• Wiedenhofer Dominik et alii (2019) - Integrating Material Stock Dynamics Into Economy-Wide Material Flow Accounting: Concepts, Modelling, and Global Application for 1900–2050 - Ecological Economics 156

3

• Auzanneau Matthieu (2020), L'union européenne risque de subir des contraintes fortes sur les approvisionnements pétroliers d'ici à 2030. Analyse prospective prudentielle – The Shift Project, mai 2020
• Auzanneau Matthieu (2021), Pétrole. Le déclin est proche, Seuil
• Bihouix Philippe (2014) – L'âge des Low-Tech. Vers une civilisation techniquement soutenable – Seuil, 2014
• Bouchardon William (2020) - Covid-19 : l'effondrement du baril de pétrole pourrait précipiter la fin du gaz de schiste – Socialter, le 25/03/2020
• Campbell Colin (2015) – « L'ère du pétrole » - in Le grand pillage. Comment nous épuisons les ressources de la planète – Les petits matins, Institut Veblen, 2015
• Christmann Patrice (2016) – « Développement économique et croissance des usages des métaux » - in Annales des Mines/ Responsabilité et environnement, 2016/2, n°82
• Court Victor et Fizaine Florian (2017) – Long-Term Estimates of the Energy-Return-on-Investment (EROI) of Coal, Oil, and Gas Global Productions – Ecological Economics 138 (2017)
• Dumas Arnaud (2021), La pression s'accentue sur les majors pétrolières pour transformer leur modèle, Publié le 03/02/2021 sur Novethic
• Dumas Arnaud (2021), Charbon : AXA refuse désormais d'assurer RWE le plus gros émetteur de co2 d'europe, Publié le 16 mars 2021 sur Novethic
• Fizaine Florian (2014) – Analyses de la disponibilité économique des métaux rares dans le cadre de la transition énergétique – Thèse de Sciences Economiques, Université de Bourgogne
• Giraud Pierre-Noël, Ollivier Timothée (2015) – Économie des matières premières – Paris : La Découverte, 2015
• Hacquard Pierre, Simoën Marine et Emmanuel Hache (2019), Is the oil industry able to support a world that consumes 105 million barrels of oil per day in 2025?, Energies nouvelles Volume 74, 2019
• Hall, C. A. S., Balogh, S., Murphy, D. J. R. (2009) – What is the Minimum EROI that a Sustainable Society Must Have? – in Energies, 2, 2009
• Hall, C.A.S., Lambert, J.G., Balogh, S. (2014) – EROI of different fuels and the implications for society – in Energy Policy, 64, 2014.
• Haynes and Boone's Energy (2019) Energy bankruptcy reports and surveys
• Husson-Traore Anne-Catherine (2020), Les exclusions de projets pétroles et gaz les plus controversés annoncent un mouvement plus large, Publié le 20 octobre 2020 sur Novethic
• International Energy Agency (IEA) (2018) World energy outlook
• Kielwasser Paul (2021), Anglo American, BHP, Rio Tinto la fermeture des mines de charbon, premier test sur la fin de vie des actifs fossiles Publié le 16/07/2021 sur Novethic
• Lambert J.G. et alii (2014) – Energy,EROI and quality of life – in Energy Policy, n°64, 2014
• Meadows Dennis et alii (2004) – Les limites à la croissance (dans un monde fini) – Editions Rue de l'Echiquier, 2004
• Redon (Nicolas 2021), Exclusion des énergies fossiles : les investisseurs prêts à changer de moteur ?, Etude de Novethic, juillet 2021

4
• Bihouix Philippe (2014) – L'âge des Low-Tech. Vers une civilisation techniquement soutenable – Seuil, 2014
• Bihouix Philippe (2015) – Notre soif de minerais et d'énergie va poser un énorme problème – Grand Lyon, interview Millénaire3, juin 2015
• Debeir Jean-Claude, Deléage Jean-Claude et Daniel Hémery (2013) – Une histoire de l'énergie – Flammarion, 2013
• Fizaine Florian (2014) – Analyses de la disponibilité économique des métaux rares dans le cadre de la transition énergétique – Thèse de Sciences Economiques, Université de Bourgogne
• Ledoux Emmanuelle et Chardon Alain (2022), Stratégie Nationale Bas Carbone sous contrainte de ressources – Une approche intégrée de la transition bas carbone circulaire - Rapport final. INEC, CAPGEMINI INVENT
• Lepesant Gilles (2018) – La transition énergétique face au défi des métaux critiques – Ifri, Etudes de l'Ifri, janvier 2018
• Heinberg Richard (2008) – Pétrole. La fête est finie. Avenir des sociétés industrielles après le pic pétrolier – Plogastel Saint-Germain : Editions Demi-Lune, 2008
• International Energy Agency (2021), The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, World Energy Outlook Special Report
• International Energy Agency (2022), World Energy Investment 2022
• Our World in data (2021), Global primary energy consumption by source, based on BP Statistical Review of World Energy & Ember
• Our World in data (2021), Electricity production by source, World, based on BP Statistical Review of World Energy & Ember
• Thévard Benoit (2012) – L'Europe face au pic pétrolier – rapport pour le Groupe des Verts/ALE au Parlement Européen, 2012
• Vidal Olivier (2019) – Impact de différents scénarios énergétiques sur les matières premières et leur disponibilité future, Annales des Mines - Responsabilité et environnement » 2020/3 N° 99
• World Bank (2020) – Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition

5
• Bardi Ugo (2015) – Le grand pillage. Comment nous épuisons les ressources de la planète – Les petits matins, Institut Veblen, 2015
• Bihouix Philippe et de Guillebon Benoit(2010) – Quels futurs pour les métaux ? Raréfaction des métaux : un nouveau défi pour la société – EDP Sciences, 2010
• Bihouix Philippe (2013) – « Matérialité du productivisme » – in Penser la décroissance. Politiques de l'Anthropocène – Presses de Sciences Po, 2013
• Bihouix Philippe (2014) – L'âge des Low-Tech. Vers une civilisation techniquement soutenable – Seuil, 2014
• Bihouix Philippe (2015) – Notre soif de minerais et d'énergie va poser un énorme problème – Grand Lyon, interview Millénaire3, juin 2015
• Circle Economy (2022), The Circularity Gap Report 2022
• Commissariat Général au Développement Durable (2020) – L'environnement en France - Focus « Ressources naturelles »
• Fizaine Florian (2014) – Analyses de la disponibilité économique des métaux rares dans le cadre de la transition énergétique – Thèse de Sciences Economiques, Université de Bourgogne
• Fizaine Florian (2021), La substitution : promesses, principes et principales contraintes, in L'économie des ressources minérales et le défi de la soutenabilité 2, ISTE Editions, 2021
• France Stratégie (2020), La consommation de métaux du numérique : un secteur loin d'être dématérialisé – Document de travail n° 2020-05, juin 2020
• Geldron Alain (2021), L'économie du recyclage : ambitions, mythes et contraintes, in L'économie des ressources minérales et le défi de la soutenabilité 2, ISTE Editions, 2021
• Grosse François (2011) – Vers une écologie industrielle – Paris Tech Review, 2011
• Grosse François (2014) – La croissance quasi-circulaire. Une approche pragmatique de la gestion durable des ressources matérielles non renouvelables – in Futuribles, n°403, novembre-décembre 2014
• Grosse François (2014) – Les limites du recyclage dans un contexte de demande croissante de matières premières - in Annales des Mines/Responsabilité et environnement, 2014/4, n°76
• Labbé Jean-François (2016) – Les limites physiques de la contribution du recyclage à l'approvisionnement en métaux - in Annales des Mines/Responsabilité et environnement 2016/2, n°82
• Labbé Jean-François (2020) Illustration, à travers la légende classique des grains de blé placés sur un jeu d'échec, des limites incontournables de la croissance de la consommation des métaux et de la contribution du recyclage à leur approvisionnement – in Annales des Mines/Responsabilité et environnement, 2020/3 N° 99

6
• Boutaud Aurélien et Gondran Natacha (2019) – Les limites planétaires Comprendre (et éviter) les menaces environnementales de l'Anthropocène, Métropole de Lyon (DPDP)
• Boutaud Aurélien et Gondran (2020) – Les limites planétaires – Editions La découverte, mai 2020
• Commissariat général au développement durable (2019) – La France au regard des limites écologiques de la planète – In L'environnement en France 2019, rapport de synthèse
• Görg Christoph et alii (2020) – Scrutinizing the Great Acceleration: The Anthropocene and its analytic challenges for social-ecological transformations - The Anthropocene Review 2020, Vol. 7(1)
• Rockström Johan et al. (2009), « Planetary boundaries : exploring the safe operating space for humanity ». Ecology and Society, vol. 14, n°2, art.32.
• Steffen Will et al. (2015), "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet". Science , N°347.

7
• Boutaud Aurélien et Gondran Natacha (2019) – Les limites planétaires Comprendre (et éviter) les menaces environnementales de l'Anthropocène, Métropole de Lyon (DPDP)
• Boutaud Aurélien et Gondran (2020) – Les limites plané-

taires – Editions La découverte, mai 2020
• Clark Michael A. (2020), Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets, Science, 6 Nov 2020, Vol 370, Issue 6517
• Combes Maxime (2015) – Sortons de l'âge des fossiles ! Manifeste pour la transition – Seuil, 2015
• Jackson Tim (2010) – Prospérité sans croissance : la transition vers une économie durable, De Boeck-Etopia, 2010
• Laurans, Y., Rankovic, A. (2019). Comment enrayer l'érosion continue de la biodiversité ? Observations issues d'une lecture de l'Évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques de l'IPBES. Iddri, Décryptage N°06/19
• International Energy Agency (2021), Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector
• IPBES (2019) – Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
• SEI, IISD, ODI, E3G, and UNEP. (2020). The Production Gap Report: 2020 Special Report. http://productiongap.org/2020report
• Solagro (2019) – Le revers de notre assiette - Juin 2019
• Springmann Parco & alii (2018), Options for keeping the food system within environmental limits, Nature 562, 519–525
• Theurl Michaela et alii (2020) – Food systems in a zero-deforestation world: Dietary change is more important than intensification for climate targets in 2050 – in Science of the Total Environment 735 (2020) 139353
• Watari Takuma et alii (2020), Global Metal Use Targets in Line with Climate Goals (2020), Environ. Sci. Technol. 2020, 54
• Watari Takuma et alii (2021), Contraction and convergence of in-use metal stocks to meet climate goals, Global Environmental Change 69 (2021)
• Welsby Dan & alii (2021), Unextractable fossil fuels in a 1.5 °C world, Nature | Vol 597 | 9 September 2021
• Willett et alii (2019). Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet, 393(10170)

8

• Agence européenne pour l'environnement (2015), L'environnement en Europe : état et perspectives 2015
• Arnsperger Christian, Bourg Dominique (2017) – Ecologie intégrale. Pour une société permacirculaire – PUF, 2017
• Charlier Dorothée and Fizaine Florian (2020) – Does Becoming Richer Lead to a Reduction in Natural Resource Consumption? An Empirical Refutation of the Kuznets Material Curve, FAERE Working Paper, 2020.05.
• Fizaine Florian (2014) – Analyses de la disponibilité économique des métaux rares dans le cadre de la transition énergétique – Thèse de Sciences Economiques, Université de Bourgogne
• Giraud Gaël (2014) – Le découplage énergie-PIB, ou le rôle (sous-estimé) de l'énergie dans la croissance du PIB – in Produire plus, polluer moins : l'impossible découplage ? – Les petits matins, Institut Veblen, 2014
• Giraud Gaël (2015) – Les défis énergétiques pour un développement durable : comment éviter l'effondrement ? / Gaël Giraud – « Revue d'économie du développement », 2015/3 Vol. 23
• Haberl Helmut (2020), A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part II: synthesizing the insights, Environ. Res. Lett. 15 (2020)
• Hall, C. A. S., Balogh, S., Murphy, D. J. R. (2009) – What is the Minimum EROI that a Sustainable Society Must Have? – in Energies, 2, 2009
• Hall, C.A.S., Lambert, J.G., Balogh, S. (2014) – EROI of different fuels and the implications for society – in Energy Policy, 64, 2014.
• Hamilton James D. (2009) – Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007–08 – Brookings Papers on Economic Activity, Spring 2009
• International Ressource Panel (2011), Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic grow – United Nations Environment Programme (UNEP), 2011
• Jackson Tim (2010), Prospérité sans croissance : la transition vers une économie durable, De Boeck-Etopia
• Krausmann F et alii (2009) – « Growth in global materials use, GDP and population during 20th century » – in Ecological Economics, vol. 68, n°10, 2009
• Krausmann F. et alii (2018) – From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015 – in Global Environmental Change 52 (2018)
• Lambert J.G. et alii (2014) – Energy,EROI and quality of life – in Energy Policy, n°64, 2014
• Lepetit Michel (2018), Méthodologie d'analyse des scenarios utilisés pour l'évaluation des risques liés au climat par une approche paradigmatique PIB-Pétrole, Chaire Energie et Prospérité, juin 2018
• Lepetit Michel (2020), IMF & IEA GDP & OIL 2020 forecasts : Business As UnUsual, publié le 19 avril 2020 sur LinkedIn
• Meadows Dennis et alii (2004) – Les limites à la croissance (dans un monde fini) – Editions Rue de l'Echiquier, 2004
• Melgar-Melgara Rigo et Charles A.S. Hall (2020), Why ecological economics needs to return to its roots: The biophysical foundation of socio-economic systems, Ecological Economics 169 (2020)
• Mossé Justine et Ramos Clément (2021), Découplage et croissance verte, Septembre 2021
• Månberger André (2021), Reduced Use of Fossil Fuels can Reduce Supply of Critical Resources, Biophysical Economics and Sustainability (2021) 6:6
• OCDE (2011), Towards Green Growth, 2011
• Parrique, T. et alli (2019), Decoupling debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability. European Environmental Bureau
• Roman Philippe – Le découplage PIB-matières – in Produire plus, polluer moins : l'impossible découplage ? – Les petits matins, Institut Veblen, 2014
• Rist Gilbert (2019), La décroissance énergétique est désormais nécessaire, Revue internationale et stratégique
• Steffen, W., Crutzen, P.J., McNeill, J.R., (2007) – The anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. AMBIO 36, 614–621.
• Thévard Benoit(2013) – La diminution de l'énergie nette, frontière ultime de l'anthropocène – Institut Momentum, 2013
• UNEP (2011), Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication

• Victor Court et Florian Fizaine (2016) – Energy expenditure, economic growth, and the minimum EROI of society, Energy Policy 95 (2016) 172–186
• Victor Court (2019), An Estimation of Different Minimum Exergy Return Ratios Required for Society, BioPhysical Economics and Resource Quality (2019) 4:11

9

• Arnsperger Christian, Bourg Dominique (2017) – Ecologie intégrale. Pour une société permacirculaire – PUF, 2017
• Bringezu S. (2015), Possible Target Corridor for Sustainable Use of Global Material Resources, Resources 2015, 4,
• Bringezu, S. (2019) – Toward Science-Based and Knowledge-Based Targets for Global Sustainable Resource Use – Resources 2019, 8, 140
• Daly Herman (1974) – The Economics of the steady state - in The American Economic Review, 64, n°2, 1974
• Görg Christoph et alii (2020) – Scrutinizing the Great Acceleration: The Anthropocene and its analytic challenges for social-ecological transformations - The Anthropocene Review 2020, Vol. 7(1)
• Hanna Helander, Anna Petit-Boix, Sina Leipold, Stefan Bringezu (2019) – How tomonitor environmental pressures of a circular economy. An assessment of indicators – Journal of Industrial Ecology 2019;23
• Haas Willi et alii (2020) – Spaceship earth's odyssey to a circular economy - a century long perspective - Resources, Conservation & Recycling 163 (2020)
• Krausmann F, Wiedenhofer D, Lauk C, Haas W, Tanikawa H, Fishman T, Miatto A, Schandl H and Haberl H 2017c Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use, Proc. Natl. Acad. Sci.

10

• Fanning Andrew L., O'Neill Daniel W., Hickel Jason, Roux Nicolas (2022), The social shortfall and ecological overshoot of nations, Nature Sustainability 5, 26–36
• Li Mo, Wiedmann Thomas et alii (2021), The role of planetary boundaries in assessing absolute environmental sustainability across scales, Environment International 152 (2021)
• O'Neill, D.W., Fanning, A.L., Lamb, W.F., Steinberger, J.K. (2018) – A good life for all within planetary boundaries – in Nature
PNUD (2020), Rapport sur le développement humain 2020. la prochaine frontière : le développement humain et l'anthropocène
• Raworth Kate (2018) – La théorie du donut : l'économie de demain en 7 principes, Plon, 2018
• Schor Juliet (2013) – La véritable richesse, une économie du temps retrouvé – Éditions Charles Léopold Mayer, 2013
• Sustainability 1, february 2018

11

• Etem Karakaya, Burcu Yılmaz & Sedat Alataş (2019), How production-based and consumption-based emissions accounting systems change climate policy analysis: the case of CO2 convergence, Environmental Science and Pollution Research volume 26
• Arnold Tukker, Hector Pollitt & Maurits Henkemans (2020), Consumption-based carbon accounting : sense and sensibility, Climate Policy, 20
• Baude Manuel (2021), Méthodologie de calcul de l'empreinte carbone de la demande finale intérieure française, Ministère de la transition écologique, SDES

12

• Bardi Ugo(2015) – Le grand pillage. Comment nous épuisons les ressources de la planète – Les petits matins, Institut Veblen, 2015
• Bonneuil Christophe, Fressoz Jean-Baptiste (2013) – L'Evénement Anthropocène. La Terre, l'histoire et nous – Paris : éditions du Seuil, 2013
• Campbell Colin (2015) – « L'ère du pétrole » - in Le grand pillage. Comment nous épuisons les ressources de la planète – Les petits matins, Institut Veblen, 2015
• International Ressource Panel (2020), Sustainable Trade in Resources: Global Material Flows, Circularity and Trade, PNUE
• International Ressource Panel (2019), Global Resources Outlook 2019: Natural resources for the future we want, PNUE
• International Ressource Panel (2017), Assessing global resource use: A systems approach to resource efficiency and pollution reduction, PNUE
• Mayer Andreas et Haas Willi – Cumulative material flows provide indicators to quantify the ecological debt – Journal of Political Ecology, Vol 23, No 1 (2016)
• Ritchie Hannah and Roser Max (2020) - «CO_2 and Greenhouse Gas Emissions». Published online at OurWorldInData.org. /

13

• Bonneuil Christophe, Fressoz Jean-Baptiste (2013) – L'Evénement Anthropocène. La Terre, l'histoire et nous – Paris : éditions du Seuil, 2013
• Bruckner, M., Giljum, S., Lutz, C., Wiebe, K.S.(2012) – Materials embodied in international trade. Global material extraction and consumption between 1995 and 2005 – in Global Environmental Change, Volume 22, Issue 3, 2012
• Dorninger Christian et alii, (2021) – Global patterns of ecologically unequal exchange: Implications for sustainability in the 21st century – in Ecological Economics 179 (2021)
• Duro Juan Antonio, Schaffartzik Anke, Krausmann Fridolin (2018) – Metabolic Inequality and Its Impact on Efficient Contraction and Convergence of International Material Resource Use – Ecological Economics 145 (2018) 430–440
• International Resource Panel (2019), Global resources outlook. natural 2019. Resources for the future we want, PNUE
• Lessenich Stephan (2019), À côté de nous le déluge. La société d'externalisation et son prix, Ecosociété
• Mayer Andreas et Haas Willi (2016) – Cumulative material flows provide indicators to quantify the ecological debt – Journal of Political Ecology, Vol 23, No 1 (2016)
• Nations Unies (2021) – Rapport sur les objectifs de développement durable 2021
• Schaffartzik Anke et alii (2014) – The global metabolic transition: Regional patterns and trends of global material flows, 1950–2010 – in "Global Environmental Change", 26 (2014)
• Schaffartzik Anke, Duro Juan Antonio, Krausmann Fridolin (2019) – Global appropriation of resources causes high international material inequality. Growth is not the solution – in Ecological Economics 163 (2019) 9–19
• Wiedmann, T.O., Schandl, H., Lenzen, M., Moran, D., Suh, S., West, J., Kanemoto, K.(2013) – The material footprint of nations – PNAS, 2013

14

• Eurostat(2020), Energy, transport and environment statistics 2020 edition
• Bihouix Philippe (2015) – Notre soif de minerais et d'énergie va poser un énorme problème – Grand Lyon, interview Millénaire3, juin 2015
• Roman Philippe – Le découplage PIB-matières – in Produire plus, polluer moins : l'impossible découplage ? – Les petits matins, Institut Veblen, 2014
• Bruckner M. et alii (2012) – Materials embodied in international trade. Global material extraction and consumption between 1995 and 2005 – in Global Environmental Change, Volume 22, Issue 3, 2012
• Commissariat Général au Développement Durable (2020) – L'environnement en France - Focus « Ressources naturelles »
• Christmann Patrice (2016) – « Développement économique et croissance des usages des métaux » - in Annales des Mines/ Responsabilité et environnement, 2016/2, n°82
• Connaissance des énergies (2018), « La Chine, premier importateur mondial de pétrole brut en 2017 », 16 février
• International Ressource Panel (2020), Sustainable Trade in Resources: Global Material Flows, Circularity and Trade, PNUE
• Wiedmann T. et alii (2013) – The material footprint of nations, PNAS, 2013
• Shift Project (2021), Approvisionnement pétrolier futur de l'Union Européenne : état des réserves et perspectives de production des principaux pays fournisseurs, mai 2021

15

• Bonnet Tanguy et alii (2022), Métaux stratégiques : la clairvoyance chinoise, CEPII, La lettre du CEPII, n°428, juin 2022
• Christmann Patrice et Jégourel Yves (2020), De la structuration des chaînes de valeur aux mécanismes de formation des prix : une analyse englobante des marchés des métaux de base, in « Annales des Mines - Responsabilité et environnement », 2020/3 N° 99
• Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies (2010), Analyse de la vulnérabilité d'approvisionnement en matières premières des entreprises françaises – Mars 2019
• Dumond Julien et alii (2018) – Les nouvelles routes de la soie – Trésor-Eco, n° 229, Octobre 2018
• European Commission (2021) – European Union, Trade in goods with China, 02-08-2022
• Hache Emmanuel et alii (2021), Vers une nouvelle géopolitique des matériaux de la transition énergétique, in L'économie des ressources minérales et le défi de la soutenabilité 2, ISTE Editions, 2021
• Kellner Thierry et Wintgens Sophie (2018) – La tranquille pénétration chinoise en Amérique latine et Caraïbes – The Conversation, 6 septembre 2018
• Lanckriet Édouard et Ruet Joël (2019) – La longue marche des nouvelles technologies dites « environnementales » de la chine : capitalisme d'état, avantages comparatifs construits et émergence d'une industrie – « Annales des Mines - Gérer et comprendre », 2019/2 N° 136
• Lepesant Gilles (2018) – La transition énergétique face au défi des métaux critiques, Ifri, Etudes de l'Ifri, janvier 2018
• Ni Jincheng (2018) - L'avenir de la voiture électrique se jouet-il en Chine ? – France Stratégie, La note d'analyse n°70, septembre 2018
• Ruet Joël (2016) – Un facteur déterminant de la géopolitique des matières premières : la stratégie industrielle de la chine – « Annales des Mines - Responsabilité et environnement », 2016/2 N° 82
• Ruet Joël (2020) – Quand la chine structure le nouvel écosystème mondial des technologies vertes – « Le journal de l'école de Paris du management », 2020/1 N° 141
• Véron Emmanuel (2018) – Vers un impérialisme chinois en Afrique ? – The Conversation, 5 septembre 2018

16

• Alsif Anne-Sophie et alii (2019) – La France est-elle exposée au risque protectionniste ? – La Fabrique de l'Industrie, Les Notes de La Fabrique, octobre 2019
• Assemblée Nationale (2021), Rapport d'information sur le sujet de l'autonomie stratégique de l'Union européenne
• Commission Européenne (2008) – Initiative «matières premières». Répondre à nos besoins fondamentaux pour assurer la croissance et créer des emplois en Europe – Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions, 2008
• Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies (2010) – Analyse de la vulnérabilité d'approvisionnement en matières premières des entreprises françaises – Mars 2019
• European Commission (2020), Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report
• European Commission (2021), Commission Staff Working Document. Strategic dependencies and capacities
• European Commission (2022), Commission Staff Working Document. Strategic dependencies and capacities. second stage of in-depth reviews
• Ledoux Emmanuelle et Chardon Alain (2022), Stratégie Nationale Bas Carbone sous contrainte de ressources. Une approche intégrée de la transition bas carbone circulaire, Rapport INEC, CAPGEMINI INVENT
• Macron Emmanuel (2020), Discours du 16 juin 2020
• Michel Charles (2020), Président du Conseil européen, « Une feuille de route pour la relance - Vers une Europe plus résiliente, plus durable et plus juste », Avril 2020
• Gerschel Elie et alii (2020) - Propagation des chocs dans les chaînes de valeur internationales : le cas du coronavirus – Institut des Politiques Publiques, Les notes de l'IPP n°53, mars 2020.
• Guillaneau Jean-Claude (2018) – « Les modes d'action de la stratégie d'approvisionnement japonaise en métaux non-ferreux stratégiques » - in Annales des Mines/Responsabilité et environnement, 2016/2, n°82
• Guillou Sarah (2018) – Doit-on s'inquiéter de la stratégie industrielle de la chine ? – Ofce policy brief n°31, 30 janvier 2018

17

• International Resource Panel (2018). The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization
• United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat) (2021). Global Environment for Cities-GEO for Cities: Towards Green and Just Cities.
• Halpern Charlotte (2020), L'agenda environnemental des mu-

nicipalités, L'Économie politique, 2020/1 N° 85
• Grosse François (2020), Pour une métropole circulaire, ici et maintenant, Futuribles, n°436, mai-juin 2020

18

• Assemblée nationale (2021), Rapport d'information sur le sujet de l'autonomie stratégique de l'Union européenne, décembre 2021
• Arnsperger Christian, Bourg Dominique (2017), Ecologie intégrale. Pour une société permacirculaire, PUF
• Aubert Francis et Aznar Olivier (2021), Les enjeux du développement régional révélés par la crise sanitaire : vers une vision intégrée de la région, Géographie, Économie, Société 23 (2021)
• Boutaud Aurélien (2020), L'urgence climatique : au-delà des mots, Office cantonal de l'environnement de Genève, février 2020
• Chabanel Boris (2020), Souveraineté économique : relocaliser, pourquoi et comment ?, Métropole de Lyon, Millénaire3
• Florentin Arnaud (à paraitre), Les forêts productive. Repenser le développement des territoires face au grand dérèglement climatique
• Haut Conseil pour le Climat (2022), Dépasser les constats : Mettre en œuvre les solutions, Rapport annuel 2022
• Hérault Paul (2021), Comment renforcer la souveraineté à l'heure des chaînes de valeur mondiales ?, Études de l'Ifri, Ifri, décembre 2021.
• Hopkins Rob (2010), Manuel de transition : de la dépendance au pétrole à la résilience locale, Ecosociété, 2010
• Les Greniers d'Abondance (2020) Vers la résilience alimentaire. Faire face aux menaces globales à l'échelle territoriale
• Meadows Dennis et alii (2004), Les limites à la croissance (dans un monde fini) – Editions Rue de l'Echiquier, 2004
• PNUD (2020), Rapport sur le développement humain 2020. La prochaine frontière : le développement humain et l'anthropocène
• Servigne Pablo (2011), La résilience, un concept-clé des initiatives de transition, Barricade, décembre 2011

19

• Agence Nationale de la Cohésion des Territoires (2020), Coopérations entre métropoles et territoires environnants : quels facteurs de réussite ?, décembre 2020
• Agence Nationale de la Cohésion des Territoires (2020), La transition écologique comme moteur de la cohésion des territoires, Octobre 2020
• Aubert Francis et Aznar Olivier (2021), Les enjeux du développement régional révélés par la crise sanitaire : vers une vision intégrée de la région, Géographie, Économie, Société 23 (2021)
• Barles Sabines (2018) – Métabolisme urbain, transitions socio-écologiques et relations ville-campagne – in « Pour », 2018/4 N° 236
• Sabine Barles (2020), Transition écologique et métabolisme urbain, Agence National de la Cohésion des Territoires (ANCT), La transition écologique comme moteur de la cohésion des territoires, Octobre 2020
• Barles Sabines (2021) - On ne peut pas penser la soutenabilité urbaine sans penser la soutenabilité de tout ce qui nourrit les villes – Métropole de Lyon, Millénaire3, entretien réalisé le 22 mars 2021
• Dégremont Marie (2020), Les solidarités entre territoires : un levier pour la transition écologique, France Stratégie, Note de synthèse, aout 2020
• Kampelmann Stephan et De Muynck Simon (2018), Les implications d'une circularisation des métabolismes Territoriaux. Une revue de la littérature, Pour, 2018/4 N° 236
• Sale Kirkpatrick (2020), L'Art d'habiter la terre. La vision biorégionale, Wildproject, février 2020
• Theys Jacques (2002), L'approche territoriale du « développement durable », condition d'une prise en compte de sa dimension sociale, Développement durable et territoires, Dossier 1, septembre 2002
• Verhaeghe Laetitia (2021), Le déploiement local des énergies renouvelables à l'amorce d'un mutualisme villes-campagnes ?, Espaces et sociétés, 2021/1 n° 182
• Verhaeghe Laetitia (2020), La transition socio-écologique à l'amorce de nouvelles relations villes-campagnes ?, Caisse des dépôts, Institut pour la recherche

20

• Aubert Francis et Aznar Olivier (2021), Les enjeux du développement régional révélés par la crise sanitaire : vers une vision intégrée de la région, Géographie, Économie, Société 23 (2021)
• Bihouix Philippe (2019), Le bonheur était pour demain. Les rêveries d'un ingénieur solitaire, Seuil
• Bourgeois Alexandre et Briand Antonin (2019), Le « made in France » : 81 % de la consommation totale des ménages, mais 36 % seulement de celle des biens manufacturés, Insee Première, n°1756, 05/06/2019.
• Chabanel Boris (2020), Souveraineté économique : relocaliser, pourquoi et comment ?, Métropole de Lyon, Millénaire3
• Chabanel Boris (2016), L'enjeu du circuit économique local. Des clés pour comprendre et agir – Direction de la prospective et du dialogue public de la Métropole de Lyon, 2016

21

• Bonneau Christophe, Nakaa Mounira (2020), Vulnérabilité des approvisionnements français et européens, Direction générale du Trésor, TrésorEco n° 274, Décembre 2020
• Chabanel Boris (2020), Souveraineté économique : relocaliser, pourquoi et comment ?, Métropole de Lyon, Millénaire3
• Chabanel Boris (2016), L'enjeu du circuit économique local. Des clés pour comprendre et agir – Direction de la prospective et du dialogue public de la Métropole de Lyon, 2016
• Florentin Arnaud, Chabanel Boris (2016), L'effet multiplicateur local. Un levier incontournable pour inspirer le développement des territoires, Utopies, note de position #7, juillet 2016
• International Ressource Panel (2021). The use of natural resources in the economy: A Global Manual on Economy Wide Material Flow Accounting, UNEP
• Jaravel Xavier et Méjean Isabelle (2021), Quels intrants vulnérables doit-on cibler ?, Conseil d'Analyse Economique, Focus, N° 057-2021, Avril 2021
• Laville Elisabeth, Florentin Arnaud, Chabanel Boris, Richard Annabelle – Covid-19 : une question de résilience productive – Utopies, note de position n°20, mai 2020
• Mohkam Kambiz et Simon Olivier (2019), L'empreinte matières de l'économie française : une analyse par matière et par catégorie de produits, CGDD-INSEE, novembre 2019
• Service des données et études statistiques (2021), Méthodolo-

gie de calcul de l'empreinte carbone de la France, Ministère de la transition écologique, Note méthodologique, Octobre 2021

22

• Bihouix Philippe (2019), Le bonheur était pour demain. Les rêveries d'un ingénieur solitaire, Seuil
• Cézard Florian, Mourad Marie (2019), Panorama sur la notion de sobriété. Définitions, mises en œuvre, enjeux, Ademe
• Corre David, Houguet Elodie, Virlouvet Gaël (2021), Etat des lieux des actions de sobriété dans les territoires français, Ademe, 2021
• Cusset Pierre-Yves, Prada-Aranguren Ana Gabriela, Trannoy Alain (2021), Les dépenses pré-engagées : près d'un tiers des dépenses des ménages en 2017, La note d'analyse, n° 102, aout 2021
• Dugast César et Soyeux Alexia (2019), Faire sa part ? Pouvoir et responsabilité des individus, des entreprises et de l'état face à l'urgence climatique, Carbone 4, Juin 2019
• Fuchs Doris et alii (2021), Consumption Corridors Living a Good Life within Sustainable Limits, Routledge, 2021
• Jackson Tim (2017), Prospérité sans croissance, De Boeck
• Keucheyan Razmig (2019), Les besoins artificiels. Comment sortir du consumérisme, Zones
• Laurent Eloi (2020), L'essentiel, l'inutile et le nuisible, OFCE, Le blog, billets du 3, 7, 14 avril 2020
• Latour Bruno (2020), Imaginer les gestes-barrières contre le retour à la production d'avant-crise, AOC, le 30 mars 2020
• Maresca Bruno (2017), Mode de vie : de quoi parle-t-on ? Peut-on le transformer ?, La Pensée écologique, vol. 1, no. 1, 2017
• Sandberg Maria (2021), Sufficiency transitions : A review of consumption changes for environmental sustainability, Journal of Cleaner Production 293 (2021)
• Sahakian Marlyne et alii (2021), Advancing the concept of consumption corridors and exploring its implications, SUSTAINABILITY: SCIENCE, PRACTICE AND POLICY 2021, VOL. 17, NO. 1, 305–315
• Saujot, M. (2022). Quel contrat social dans un monde fini ? Iddri, Décryptage N°03/22.
• Virlouvet Gaël, Thibault Nicolas (2021), Politiques territoriales de sobriété, Eléments de méthode, Ademe, 2021
• https://securite-sociale-alimentation.org/

23

• Chabanel Boris – L'enjeu du circuit économique local. Des clés pour comprendre et agir – Direction de la prospective et du dialogue public de la Métropole de Lyon, 2016
• Chabanel Boris – Souveraineté économique : relocaliser, pourquoi et comment ? – Direction de la prospective et du dialogue public de la Métropole de Lyon, 2020
• Florentin Arnaud, Chabanel Boris (2016), L'effet multiplicateur local. Un levier incontournable pour inspirer le développement des territoires, Utopies, note de position #7, juillet 2016

24

• Laville Elisabeth, Florentin Arnaud, Chabanel Boris, Richard Annabelle – Covid-19 : une question de résilience productive – Utopies, note de position n°20, mai 2020
• Florentin Arnaud (à paraitre), Les forêts productive. Repenser le développement des territoires face au grand dérèglement climatique

25

• Bocken Nancy, Short Samuel (2021), Unsustainable business models – Recognising and resolving institutionalised social and environmental harm, Journal of Cleaner Production 312 (2021)
• Bocken N. et alii. (2014), A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes, Journal of Cleaner Production 65 (2014)
• Evans Steve (2017), Business Model Innovation for Sustainability: Towards a Unified Perspective for Creation of Sustainable Business Models, Business Strategy and the Environment 26, 597–608 (2017)
• Geissdoerfer, M. et alii, Pieroni, M.P., Pigosso, D.C. and Soufani, K. (2020), Circular business models: A review. Journal of Cleaner Production, 277
• Geissdoerfer Martin, Vladimirova Doroteya, Evans Steve (2018), Sustainable business model innovation: A review, Journal of Cleaner Production 198 (2018)
• Morseletto Piero (2020), Targets for a circular economy, Resources, Conservation & Recycling 153 (2020)
• Reike Denise, Vermeulen Walter, Witjes Sjors (2018), The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options, Resources, Conservation & Recycling 135 (2018)
• Richa Grégory, Ledoux Emmanuelle (2022), Pivoter vers une industrie circulaire. Construire un futur avec une nouvelle génération d'entreprises, Dunod

26

• Commissariat général au développement durable (2022), Plan national de programmation des ressources minérales de la transition bas carbone. L'éolien et les moteurs pour véhicules électriques : choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles, Ministère de la transition énergétique
• Conseil Général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies (2019), Analyse de la vulnérabilité d'approvisionnement en matières premières des entreprises françaises
• Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppälä, J. (2018), Circular Economy: The Concept and its Limitations, Ecological Economics, Volume 143, January 2018
• Ledoux Emmanuelle et Chardon Alain (2022), Stratégie Nationale Bas Carbone sous contrainte de ressources. Une approche intégrée de la transition bas carbone circulaire, Rapport INEC, Capgemini Invent
• Morseletto Piero (2020), Targets for a circular economy, Resources, Conservation & Recycling 153 (2020)

27

• Ademe (2022), Les effets de la transition écologique sur l'emploi, Ademe Stratégie, #63, juillet 2022
• Baghioni Liza, Moncel Nathalie (2022), La transition écologique au travail : emploi et formation face au défi environnemental, Céreq, BREF n°423, 2022
• France Stratégie, Céreq, ADEME, Ministère de la Transition écologique et solidaire (2021), Identifier et accompagner les compétences de la transition écologique, synthèse du cycle 2020 de webconférences
• Insee (2022), En juillet 2022, dans l'industrie manufacturière,

les difficultés de recrutement s'accentuent, Informations Rapides, 21 juillet 2022, n° 187
• The Shift Project (2021), L'Emploi : moteur de la transformation bas carbone, décembre 2021

MÉTROPOLE GRAND LYON

Retrouvez toutes les études sur millenaire3.com

UTOPIES ©

utopies.com