



**LE VIRUS
DE LA RECHERCHE**

**BIBLIOTHÈQUE
DES PUG**

FRANÇOIS GROSSE

**L'IMMENSE DÉFI
DU RECYCLAGE DES MÉTAUX**

PUG

La série **BIBLIOTHÈQUE DES PUG**
fait partie de la collection **LE VIRUS DE LA RECHERCHE**

Directrice de la série: Ségolène Marbach

Directeur de la collection: Alain Faure

Directrice de la publication: Sylvie Bigot

Relecture: Théo Fraslin

Mise en page: Catherine Revil

ISBN 978-2-7061-5520-8 (e-book PDF)

© PUG, août 2023

15, rue de l'Abbé-Vincent – F-38600 Fontaine

www.pug.fr

BIBLIOTHÈQUE DES PUG

UNE SÉRIE DE LA COLLECTION VIRUS DE LA RECHERCHE

Les PUG ont toujours eu pour mission de soutenir la recherche scientifique par sa diffusion et sa valorisation. Avec la création de la collection «Virus de la recherche» en 2020, l'éditeur prolongeait cette ligne en l'inscrivant dans le double mouvement de la science ouverte et de la science avec et pour la société (Saps).

À côté des séries thématiques liées à l'actualité scientifique, il manquait au projet la possibilité de mettre en valeur les travaux des auteurs publiés aux PUG. C'est l'objectif de cette série «Bibliothèque des PUG», qui vise à faire découvrir aux lecteurs les publications de la maison d'édition.

Elle confie ainsi à ses auteurs l'écriture de textes courts centrés autour des travaux qui ont donné lieu à la publication de leur livre, avec la possibilité de valoriser une hypothèse, une problématique ou un résultat présenté dans leur ouvrage.

L'IMMENSE DÉFI DU RECYCLAGE DES MÉTAUX

FRANÇOIS GROSSE (INGÉNIEUR, DIRECTEUR DE LA STRATÉGIE CIRCULAIRE
ET BAS CARBONE DE LA SMEG – SOCIÉTÉ MONÉGASQUE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DU GAZ)
AUTEUR DE L'OUVRAGE *CROISSANCE SOUTENABLE? LA SOCIÉTÉ AU DÉFI
DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE* (PUG, MAI 2023)

En 1995, la France a fermé sa dernière mine de fer et aujourd'hui en métropole, on n'extrait plus aucun des minerais pourvoyeurs des métaux majeurs de l'industrie et de nos biens de consommation – les seules perspectives de réouverture de mine concernant des métaux rares comme le lithium. Au cours du xx^e siècle, la consommation mondiale de fer et de cuivre a suivi une progression tendanciellement exponentielle, selon un taux annuel de 3,5 %, à peu près identique à celui du PIB mondial. Pour d'autres métaux, plus sensibles aux évolutions technologiques, le profil exponentiel est plus tardif et moins long, mais on le retrouve généralement sur plusieurs décennies.

En 1972, le rapport Meadows¹ identifiait déjà la spectaculaire contraction temporelle suscitée par la poursuite probable d'une croissance exponentielle des consommations. Pour de nombreux métaux essentiels dans notre société, on évalue les ressources concentrées identifiées, exploitables dans des conditions techniques et économiques actuellement ou potentiellement acceptables dans le futur, à 150 à 450 années de la production mondiale d'aujourd'hui. Or, en supposant que la croissance mondiale de leur consommation se poursuive à un rythme tendanciel de 3,5 % ou même de 2 % par an, toutes ces ressources concentrées auront été entièrement consommées avant la fin du siècle, ou même d'ici 2070, c'est-à-dire du vivant de beaucoup d'entre nous. Personne, sans doute, n'a hâte de connaître les bouleversements qui en résulteront à l'échelle planétaire.

1. Meadows *et al.*, *The Limits to Growth*, Universe Books, 1972.

Une croissance exponentielle

D'après l'*International Resource Panel* du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), la production primaire des métaux (celle basée sur les mines et non sur le recyclage) représente, à elle seule, 8 % des consommations mondiales d'énergie – directement liées aux émissions de gaz à effet de serre (GES)².

En outre, le PNUE signale que la richesse moyenne des minerais tend à s'appauvrir, et il indique que l'énergie nécessaire à cette production primaire est inversement proportionnelle à la teneur en métal du minerai. Elle devrait donc, dans le futur, augmenter encore radicalement en intensité énergétique et en émissions de GES, au moment même où tous les secteurs d'activité cherchent au contraire à diminuer leur empreinte.

Produire du métal à partir de déchets consomme de 3 à 10 fois moins d'énergie qu'à partir d'un minerai. De surcroît, le recyclage évite les dommages environnementaux locaux de l'extraction minière. Puisque chaque tonne de métal recyclée évite l'extraction d'une tonne de métal primaire, il paraît donc essentiel de recourir désormais massivement au recyclage pour satisfaire nos besoins matériels.

6 — Pourtant, nous recyclons pour rien... à cause de la croissance! Explication. Si la croissance des consommations est exponentielle, alors le recyclage ne retarde que de quelques années seulement la ponction cumulée dans les gisements non-renouvelables. En calculant la durée supplémentaire de ressources gagnée en optant pour le recyclage, on constate que l'effet du recyclage est extrêmement sensible au taux de croissance de la consommation totale de la matière³. Plus la croissance est lente, plus le recyclage fait « gagner du temps » contre la raréfaction de la ressource. Inversement, pour des taux annuels élevés, la croissance anéantit l'effet du recyclage.

Le fer est l'un des matériaux majeurs les plus recyclés. Pourtant, au rythme de croissance de sa consommation mondiale au cours du xx^e siècle, qui a été tendanciellement de 3,5 % par an, et compte tenu d'un temps de séjour moyen du matériau dans l'économie de 32 ans selon le PNUE, son taux de recyclage

2. UNEP International Resource Panel, *Environmental Risks and Challenges of Anthropogenic Metal Flows and Cycles*, 234 pages, 2013.

3. Grosse F., *Croissance soutenable? La société au défi de l'économie circulaire*, PUG, 2023.

actuel au niveau mondial, estimé à 72 %, a fait gagner à l'humanité environ huit ans contre la raréfaction de la ressource en fer.

Un flux ininterrompu

Huit ans seulement, c'est-à-dire rien du tout à l'échelle de l'enjeu ! Ce que révèle l'étude du système, c'est que la croissance de nos consommations matérielles est incompatible avec une société soutenable, sauf à la contenir fermement en deçà d'une tendance de 1 % par an. À défaut d'y parvenir, tous nos efforts de recyclage ne servent à rien. Progrès technologique ou pas, il n'est pas de société durable pour l'humanité à plus de 1 % de croissance annuelle des consommations matérielles ; et les enjeux du « durable » ne se jouent pas pour les lointaines générations mais dès les prochaines décennies.

À l'échelle de la société tout entière, la croissance de nos consommations ne nous sert pas à accélérer de plus en plus la rotation de nos biens par le fait d'une obsolescence toujours plus rapide, mais à accumuler de plus en plus d'objets à la surface de la terre. Quand l'humanité consomme 1 milliard de tonnes d'acier, par exemple, en un peu plus de six mois au rythme actuel, elle en ajoute 600 millions de tonnes à son capital matériel en cours d'utilisation, et seulement 400 millions de tonnes remplacent des produits en fin de vie devenus des déchets. Enfin, sur les 400 millions de tonnes devenus des déchets, 290 millions de tonnes ont été recyclées dans le milliard de tonnes qui a été consommé.

Décomptons les entrées et les sorties du système : pour compléter les 290 millions de tonnes recyclées, 710 millions de tonnes sont ponctionnées dans les ressources non-renouvelables, qui deviennent 600 millions d'accumulations de capital matériel supplémentaire, et seulement 110 millions perdus définitivement en déchets ultimes. Nous sommes donc bien dans une économie largement linéaire, mais pas du tout vers les déchets : vers l'accumulation de biens supplémentaires, en un énorme flux ininterrompu. En définitive, si nous ponctionnons la nature, ce n'est pas parce que nous ne recyclons pas assez, c'est encore moins parce que nous rejeterions trop de déchets : c'est parce que nous accumulons trop de nouvelles possessions.

Consommer les déchets

En définitive, la société soutenable du point de vue matériel n'est pas celle qui recycle tous ses déchets, ni encore moins celle qui ne génère pas de déchets : c'est une société qui consomme juste autant ou à peine plus que les déchets qu'elle recycle. On peut calculer la mesure de ce « à peine plus » : il faut impérativement

que les matières premières non-renouvelables constituant nos biens ou nos équipements neufs (objets divers, automobiles, rails, charpentes métalliques, etc.) proviennent en moyenne à plus de 80 % du recyclage (dont en gros 65 % de nos déchets et 15 % des « chutes neuves » de l'industrie), et à moins de 20 % de ressources primaires – les gisements miniers de minerais concentrés.

En imposant demain cette contrainte par des politiques publiques progressives mais rigoureuses, notre société suscitera mécaniquement les trois conditions indispensables d'une « croissance quasi-circulaire », repoussant de plus d'un siècle l'épuisement des ressources concentrées : une croissance des consommations matérielles inférieure (tendanciellement) à 1 % par an ; une addition de matières supplémentaires dans nos stocks collectifs en cours d'utilisation inférieure à 20 % de nos flux de consommations ; enfin un taux d'efficacité du recyclage des déchets supérieur à 70 %, voire 80 % du flux de déchets.

Il s'agit donc de substituer au corpus de politiques actuellement ciblées sur nos flux de déchets (pour les diminuer, pour les recycler, pour en affecter la responsabilité aux industriels qui en ont produit l'objet initial, etc.) une nouvelle priorité ciblée, cette fois, sur les modes de production et de consommation des biens neufs. Il s'agit de s'imposer désormais pour tous les matériaux non renouvelables de ne consommer (presque) que des déchets, plutôt que de s'imposer de recycler (presque) tous les déchets ou même d'éviter d'en produire.

8

Le pari de Pascal

À ce stade du raisonnement, la sempiternelle question est de savoir s'il faut vraiment *imposer* cette contrainte ou si le marché suscitera spontanément les solutions techniques et commerciales adéquates. Non, le marché n'anticipera pas le choc de l'épuisement des ressources concentrées. Oui, le marché s'adaptera à toute situation quelle qu'elle soit, y compris si celle-ci est catastrophique pour notre société. Le fait que « le marché s'adapte » n'implique aucunement que le contexte de cette adaptation soit une société désirable...

Comme toutes les mesures de recyclage sont inutiles dans les conditions de croissance actuelles, l'alternative est simple : soit retarder massivement cette échéance en régulant les productions indiquées plus haut, soit parier qu'une dynamique schumpétérienne mènera vers les solutions adaptées sans forcer le système, en attendant sereinement la rareté et les réponses de la technologie et du marché.

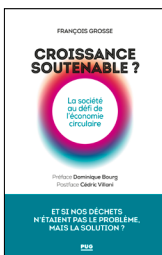
Pour trancher ce pari de Pascal assez inédit, on méditera cette conclusion d'une étude menée en 2019 pour le Ministère allemand de l'environnement :

« à moins que la croissance de la population mondiale puisse être maîtrisée et amenée à une décroissance nette vers 2100, la pénurie de fer, d'acier et d'inox deviendra une réalité ». Et les auteurs ajoutent : « manquer de fer [...] à grande échelle fera apparaître les autres grands défis globaux auxquels nous faisons face maintenant comme de petits problèmes. »

Découvrir d'autres titres de la collection [LE VIRUS DE LA RECHERCHE](#).

L'AUTEUR

Diplômé de l'École polytechnique et de l'École nationale des Mines de Paris, **François Grosse** a travaillé vingt ans dans la gestion des déchets et le recyclage, ainsi que dans les secteurs de l'énergie et du digital. Il est actuellement directeur de la stratégie circulaire et bas carbone au sein de la SMEG – Société monégasque de l'électricité et du gaz.



DANS LA BIBLIOTHÈQUE DES PUG

Croissance soutenable? La société au défi de l'économie circulaire, « Hors collection », 2023.

[Découvrir l'ouvrage](#)