



## Les limites du recyclage dans un contexte de demande croissante de matières premières

Par François GROSSE \*

**Rendre circulaire l'économie ; rendre durable son développement : voilà qui prend son sens à long terme. Des politiques publiques ne s'y attachent donc qu'à la condition que leurs effets de long terme soient potentiellement significatifs en faveur de la pérennisation des capacités de production et du bien-être de l'humanité. Or, l'analyse dynamique des flux des matières premières montre qu'en situation de croissance des consommations, il n'existe généralement pas de gestion durable des matières premières : au-delà de 1 % de croissance annuelle des consommations d'une matière, même le recyclage de la quasi-totalité des déchets n'a qu'un effet dérisoire sur la pérennisation des ressources (les gisements de minerai) et donc aussi sur les impacts cumulatifs de la chaîne d'extraction et de transformation. Il s'ensuit que la clef d'une économie circulaire est la proportion de matières recyclées contenues dans nos biens neufs, et non la proportion de nos déchets qui est recyclée.**

Il est souvent délicat de traiter des limites du recyclage confronté à la croissance, et plus encore ici, dans le cadre d'une revue publiée sous l'égide des pouvoirs publics. En suggérant une éventuelle vanité du recyclage, on s'assure la méfiance des environnementalistes. En l'imputant à la croissance des consommations matérielles, on agace les économistes, en particulier dans un moment où le pays tout entier se mobilise en faveur de la relance. Pourtant, l'art de gouverner doit concilier mesures de court terme et stratégie de long terme, et les cas sont fréquents où les deux semblent être au premier abord antinomiques.

Avant de poursuivre, j'invoquerai donc en faveur de cet article, quelques vers placés par Rabelais en préambule à son *Gargantua* :

*« Amis lecteurs qui ce livre lisez  
Dépouillez-vous de toute affection  
Et, le lisant, ne vous scandalisez :  
Il ne contient mal, ni infection (...) »*

Confronter la croissance des consommations humaines à la finitude du monde n'est certes pas un exercice neuf. L'état des forces en présence reste relativement simple, voire simpliste : *« d'un côté, certains "progressistes" semblent toujours plus sensibles aux sirènes de la décroissance et du renoncement au progrès ; de l'autre, certains "conservateurs" succombent trop facilement à l'idée que la conjugaison du marché et de l'innovation technique suffirait à régler toutes les difficultés »* (1).

Les « décroissants » nous poussent de Charybde en Sylla : vouloir régler une équation environnementale, certes insoluble – c'est-à-dire, faire tenir une exponentielle croissante dans un espace fini – en nous poussant à résoudre une équation économique, sociale et politique qui n'a jamais pu l'être jusqu'à aujourd'hui, celle visant à concilier une non-croissance économique structurelle avec des réponses à des questions aussi essentielles que celles de l'emploi, de la démocratie et de la préservation de la paix.

Mais cette foi en la résolution spontanée des défis ne repose, quant à elle, sur aucune expérience historique. D'une part, la confrontation entre l'évolution des prix et la rareté de long terme des matières premières montre, paradoxalement, que ces deux dimensions sont largement décorréées, contredisant ainsi la règle théorique énoncée par Hotelling (2). Et, d'autre part, l'homme n'a jamais résolu ce type de problème ni par la technique ni par le marché, et ce pour la simple raison qu'il n'avait jamais été confronté à la croissance économique avant la révolution industrielle (3). Quand notre espèce s'est adaptée spontanément à un environnement nouveau, ça a toujours été sur des périodes de temps extrêmement longues ; quand une société humaine a été confrontée à un choc brutal avec son environnement, soit elle s'est effondrée, soit elle s'est organisée collectivement, et donc politiquement (4).





Résumons à travers une comparaison l'extrême singularité du choc historique que représente pour l'espèce humaine la croissance de nos consommations depuis le XX<sup>e</sup> siècle : la production mondiale d'acier pour l'année 2011 (environ 1,5 milliard de tonnes) équivaut (en ordre de grandeur) à la production cumulée de fer de l'espèce humaine depuis ses origines jusqu'à 1900 (voir la Figure 1 ci-dessous).

En 1997, Ulrich von Weizsäcker, Amory et Hunter Lovins proposaient par conséquent le concept du Facteur 4 consistant à quadrupler d'ici à 2050 la productivité des ressources, c'est-à-dire la quantité de richesse extraite d'une unité de ressource naturelle. « *La révolution Facteur 4 nous permettrait de faire deux fois plus de travail en consommant deux fois moins d'énergie : ainsi, la prospérité mondiale pourrait augmenter sans nuire au climat* » (5).

À présent, projetons-nous en 2050. Nous avons réussi : au prix d'un immense effort, d'une transformation profonde et sans précédent de l'économie humaine, la mise en œuvre du Facteur 4 a permis à la population humaine de préserver depuis cinquante ans son économie de croissance tout en limitant au niveau qui était le leur au début du siècle les ponctions et les rejets dans le milieu environnant.

Globalement, nous sommes quatre fois plus riches, mais chaque euro (ou chaque dollar, ou chaque yuan) de richesse produite résulte de l'émission (ou de la consommation) de quatre fois moins de gaz à effet de serre, de quatre fois moins de polluants, de quatre fois moins de matières premières primaires qu'au début du siècle.

Tournons maintenant notre regard vers l'avenir : par exemple, même ralentie à 2 %, voire 1,5 % par an, la croissance sur la deuxième moitié du XXI<sup>e</sup> siècle conduira à un nouveau doublement ou quadruplement de la production mondiale. Tout est donc à recommencer : l'humanité doit mettre en œuvre un nouveau Facteur 4 pour la deuxième moitié du siècle, puis (on l'aura compris) un autre pour les cinq décennies suivantes, et ainsi de suite...

L'exercice auquel nous allons nous livrer dans cet article vise à identifier à quelles conditions dynamiques structurelles l'alliance du recyclage avec la croissance économique pourrait permettre à la société humaine de ralentir substantiellement le rythme de ses prélèvements dans les ressources naturelles non renouvelables et de ralentir, par conséquent, l'accumulation des impacts sur notre environnement directement liés à l'extraction et à la transformation desdites ressources. Nous proposons de considérer comme durable, dans sa gestion des ressources matérielles, une économie dont les efforts de recyclage permettent de retarder de plus (sinon largement plus) de cent ans la raréfaction relative de chaque ressource naturelle non renouvelable (6).

L'observation des consommations de matières premières minérales au cours du XX<sup>e</sup> siècle nous montre que celles-ci suivent généralement une tendance exponentielle, au moins par tranches de plusieurs décennies (voir la Figure 2 de la page suivante). Une croissance annuelle de 3,5 % par an se solde par un doublement tous les vingt ans (soit par une multiplication par mille en deux siècles). Or, « *la plus grande faiblesse de l'espèce humaine vient de son incapacité à comprendre la fonction exponentielle* », déclarait le physicien américain Albert Bartlett. Cette accélération permanente nécessitée par le fonctionnement de l'économie humaine a des conséquences contre-intuitives, mais certaines, sur l'utilité à long terme du recyclage et sur notre capacité à mettre en œuvre une économie circulaire.

Si, par exemple, on recycle en permanence 75 % des déchets d'un métal donné (un taux correspondant à celui d'efficacité du recyclage), on n'a besoin, en première analyse, de ne prélever dans les gisements naturels que 25 % de nos besoins (7). L'intuition nous suggère que l'on multiplierait donc par quatre la longévité globale des gisements de ce métal (les ressources) par rapport au rythme de leur épuisement *en l'absence* de tout recyclage.

Or, il n'en est rien en situation de croissance : si, par exemple, les consommations mondiales de ce métal croissent régulièrement de 3 % par an, alors la proportion

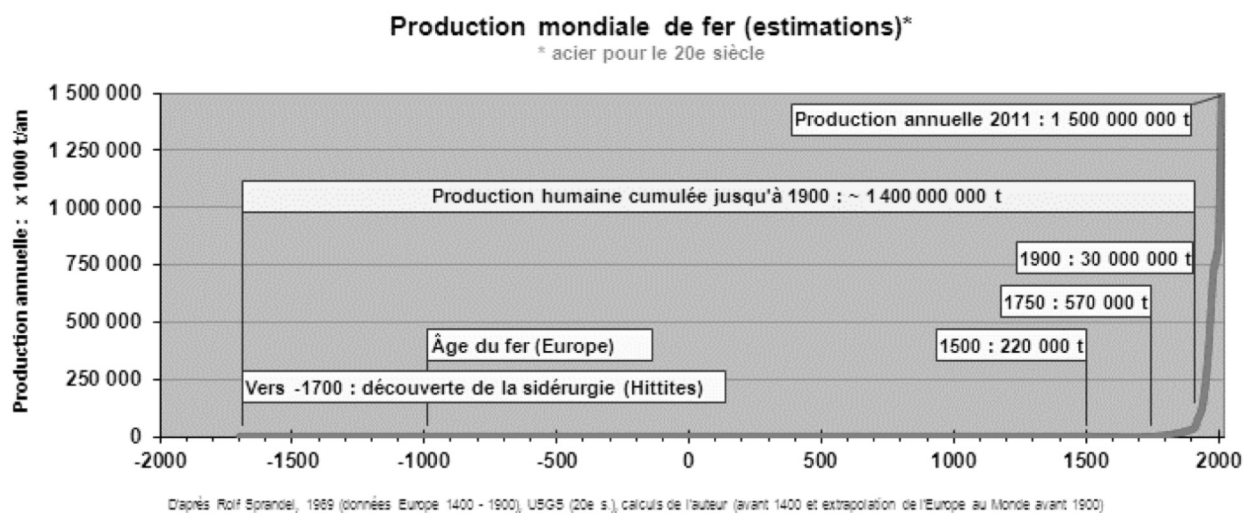


Figure 1 : Production mondiale de fer (estimations).



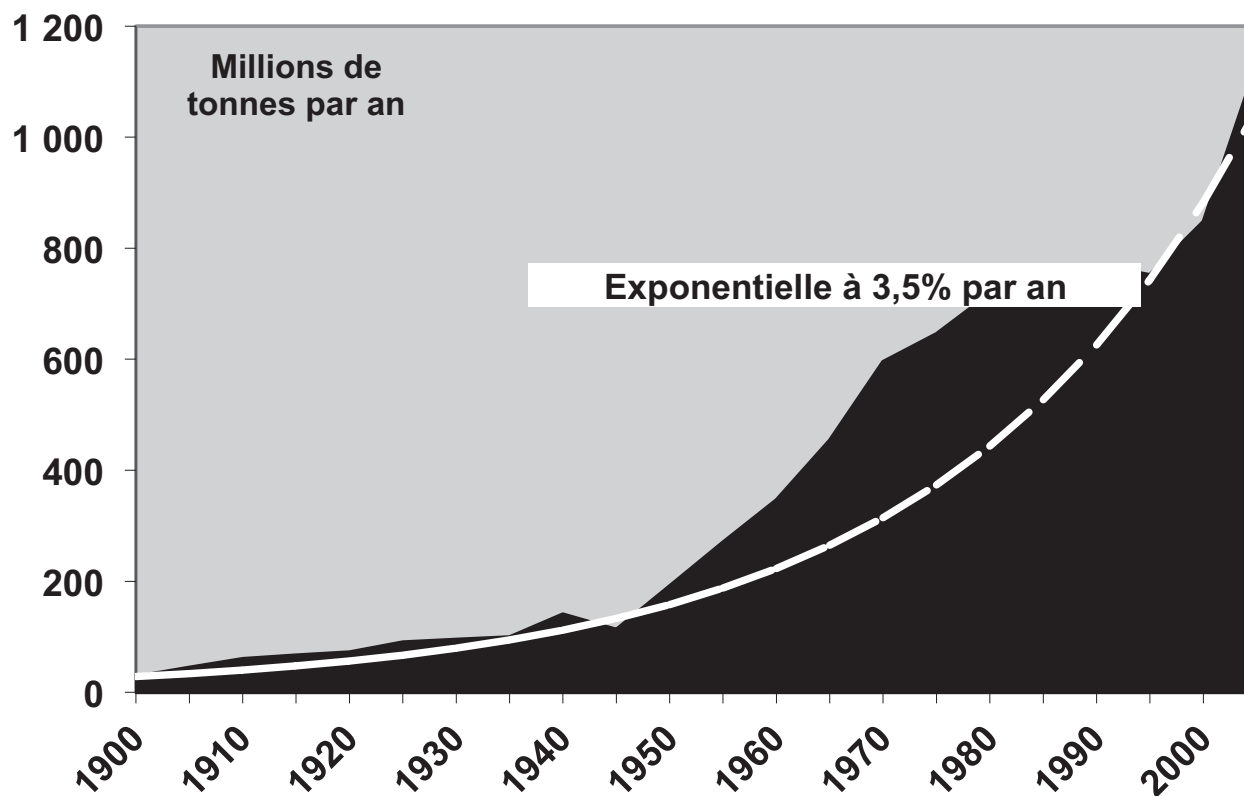


Figure 2 : Production annuelle mondiale d'acier brut.

(25 %) prélevée dans les gisements naturels augmente elle aussi de 3 % par an.

Au bout d'une trentaine d'années (toujours dans ce même exemple), ce prélèvement atteint le niveau des consommations totales de la première année (voir la Figure 3 de la page suivante).

Au-delà, les quantités prélevées annuellement dans la ressource sont donc identiques aux quantités totales consommées soixante ans plus tôt (soit, chaque année, 3 % de plus que la valeur de l'année précédente) et cet écart de temps ne variera pas. En valeur absolue, les quantités recyclées augmentent chaque année (exponentiellement !), on semble donc pouvoir se réjouir d'une politique environnementale en apparence toujours plus efficace. Mais si l'on tient compte de la croissance de nos consommations, on ne gagne ainsi (dans cet exemple) que trente ans, et une fois pour toutes, sur l'épuisement des ressources et sur le cumul des impacts associés : l'augmentation continue des volumes recyclés année après année ne procure au final aucun gain de temps supplémentaire.

L'analyse du cycle dynamique de la matière considérée nécessite ensuite de prendre en compte un deuxième mécanisme essentiel : les déchets de métaux, de plastiques, de minéraux que nous rejetons aujourd'hui sont les matières que nous avons produites il y a de cela un certain temps (cinq ans, dix ans, vingt ans, etc., selon les usages). Les quantités disponibles pour le recyclage sont donc issues de volumes consommés, par exemple, vingt ans auparavant.

Dans le cas de l'acier, la consommation globale a depuis un siècle doublé tous les vingt ans. Même en recyclant en permanence la totalité des quantités rejetées, on n'aurait donc pu satisfaire que la moitié des besoins du moment et, de toute façon, on aurait dû puiser l'autre moitié de nos consommations dans la ressource naturelle.

Entre le moment de leur production et celui de leur rejet sous la forme de déchets, les matériaux constituent donc un *stock*, correspondant aux équipements et aux objets en cours d'utilisation par la société humaine : nos charpentes métalliques, nos véhicules, les rails de nos chemins de fer, les pièces métalliques de notre mobilier, nos canettes et nos boîtes de conserves... La variation tendancielle de ce stock est déterminante pour la soutenabilité de notre économie, car toute matière en cours d'usage par l'homme à la surface du globe a été puisée initialement dans les gisements de l'écorce terrestre : par conséquent, toute augmentation globale de ce stock résulte forcément d'une ponction équivalente dans les gisements naturels, et ce, quelle que soit l'intensité du recyclage des déchets de la même matière.

L'analyse du cycle de la matière tient donc nécessairement compte du taux d'addition aux stocks, c'est-à-dire de la proportion du flux de matière première consommée qui est consacrée à l'augmentation nette du stock de matière en cours d'usage. L'autre part des consommations est consacrée, quant à elle, à remplacer une masse équivalente de matières rejetées dans les déchets (sans variation du stock utilisé, par conséquent).



### Consommation annuelle d'une ressource naturelle

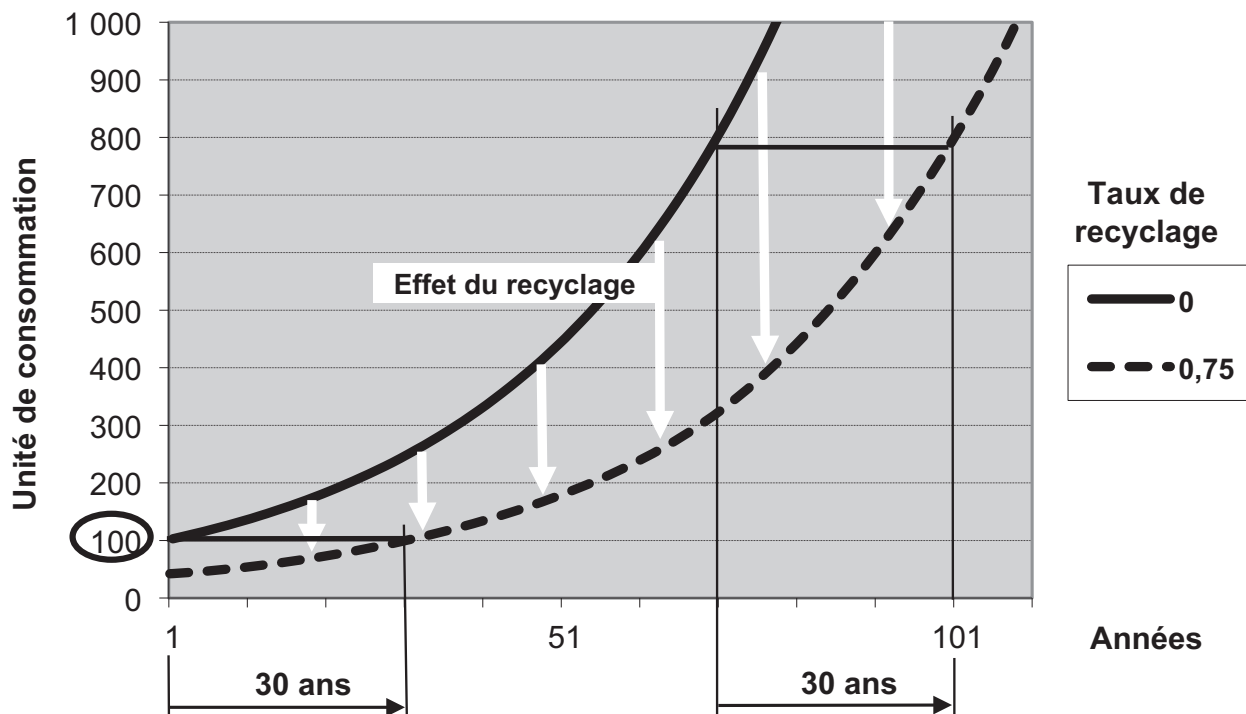


Figure 3 : La consommation totale de matière première suit une exponentielle de progression annuelle de 3 %. La consommation de matière vierge (ou primaire), proportionnelle à la consommation totale, suit la même progression de 3 % par an. Elle suit donc une exponentielle identique à celle des consommations totales, celle-ci étant séparée de la première par un écart de temps constant.

L'analyse systématique du lien entre le taux de croissance des consommations, le taux d'efficacité du recyclage, le taux d'addition aux stocks et le temps gagné une fois pour toutes contre l'épuisement relatif des ressources détermine les trois conditions cardinales d'une croissance matérielle durable (voir les Figures 4a et 4b de la page suivante) ; autrement dit, cette analyse décrit le profil d'une économie durable qui ne reposerait pas sur une décroissance des besoins en matières premières, une économie définie ici, rappelons-le, comme une économie dans laquelle le recyclage retarde de plus d'un siècle les échéances de l'épuisement relatif de nos ressources :

- ✓ la croissance des consommations matérielles doit être inférieure (voire nettement inférieure) à 1 % par an (taux de croissance de la production mondiale de chaque matière première primaire + recyclée) ;
- ✓ le taux d'efficacité du recyclage doit être supérieur à 60 %, voire à 80 % (c'est la proportion du matériau contenu dans les déchets qui est effectivement recyclée) ;
- ✓ le taux d'addition au stock doit être inférieur à 20 %, c'est-à-dire que l'économie doit rejeter sous la forme de déchets au moins 80 % des quantités de chacun des matériaux qu'elle consomme.

Autrement dit, il n'existe pas de politique de développement durable de l'utilisation des ressources matérielles

non renouvelables dans une économie dont la croissance des consommations matérielles est supérieure à 1 %. Tous les efforts consacrés au recyclage – à juste titre pourtant – y sont rendus dérisoires par l'effet de la croissance. Il en est de même si nos consommations de matières premières servent à accroître notre patrimoine matériel dans une proportion élevée.

Les graphiques 4a et 4b montrent à quel point le rôle du recyclage est annihilé par un taux annuel de croissance de 1 à 2 % et par un taux d'addition au stock supérieur à 20 %.

Dans le cas du fer, avec 3,5 % de croissance tendancielle des consommations, l'importance du recyclage pratiqué au niveau mondial n'aura conduit, sur tout le XX<sup>e</sup> siècle, qu'à retarder de 12 ans (environ) la ponction cumulée opérée sur la ressource en minerai : nos ponctions cumulées de 1900 à 2012 (avec recyclage) auraient été atteintes en l'an 2000, si aucun recyclage n'avait été pratiqué au XX<sup>e</sup> siècle ; et il en sera de même sur la période jusqu'à 2050 ou 2062, si la croissance de l'acier se poursuit au même rythme. C'est donc un bénéfice dérisoire du point de vue de la gestion durable des ressources.

Tout comme pour le fer, le taux de croissance tendanciel pour chacun des principaux métaux de notre économie (cuivre, aluminium, lithium...) les situe tous très au-delà de la zone « soutenable », avec ou sans recyclage :



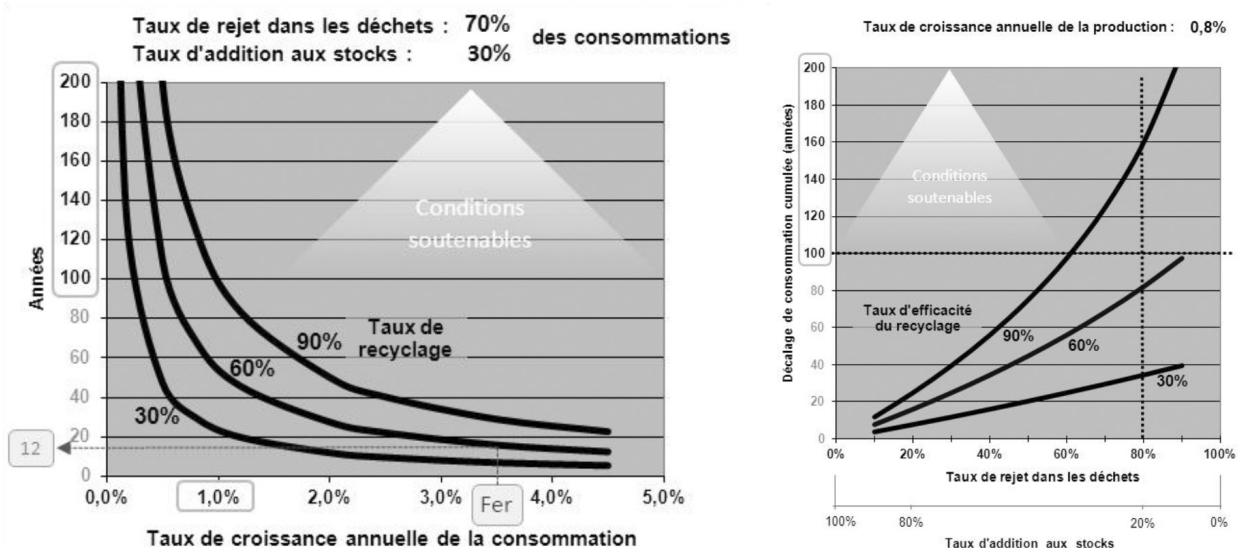


Figure 4a (à gauche) : Le temps gagné grâce au recyclage contre l'épuisement progressif de la ressource naturelle (en ordonnée) est relié au taux annuel de croissance de la consommation totale de la matière première en question (en abscisse), suivant trois taux différents d'efficacité du recyclage (la proportion des déchets de ce matériau recyclés dans la production de matière neuve).

Figure 4b (à droite) : Le même temps gagné grâce au recyclage (en ordonnée) est relié au taux d'addition aux stocks de l'économie (la proportion des consommations totales du matériau en question qui est destinée à accroître le stock de matière en cours d'usage), toujours selon trois taux d'efficacité du recyclage. La seconde abscisse est le taux de rejet de déchets dans les déchets, c'est-à-dire le rapport entre les déchets produits et les consommations totales de matière neuve.

l'effet d'un recyclage presque total n'y dépasserait jamais vingt ans.

Du point de vue des ressources matérielles non renouvelables, une société en développement durable se définit donc finalement comme une économie en croissance « quasi-circulaire », c'est-à-dire comme une économie qui s'appuie sur le recyclage et réunit en outre les conditions pour que celui-ci ait un effet notable à l'échelle de la durée de vie humaine. C'est une société qui connaît une faible croissance matérielle, qui accumule peu de matières supplémentaires, et

donc qui rejette dans les déchets presque autant de matière qu'elle en consomme et qui recycle la grande majorité de ses déchets non renouvelables (voir la Figure 5 ci-dessous).

A *contrario*, une société qui ne respecte que l'un des critères précités (voire deux d'entre eux) ne retarde pas significativement les échéances d'épuisement des gisements ni l'accumulation des effets causés à l'environnement par ses consommations de matières primaires (8).

Les conséquences de cette analyse pour les politiques publiques et les modèles d'entreprises sont multiples et

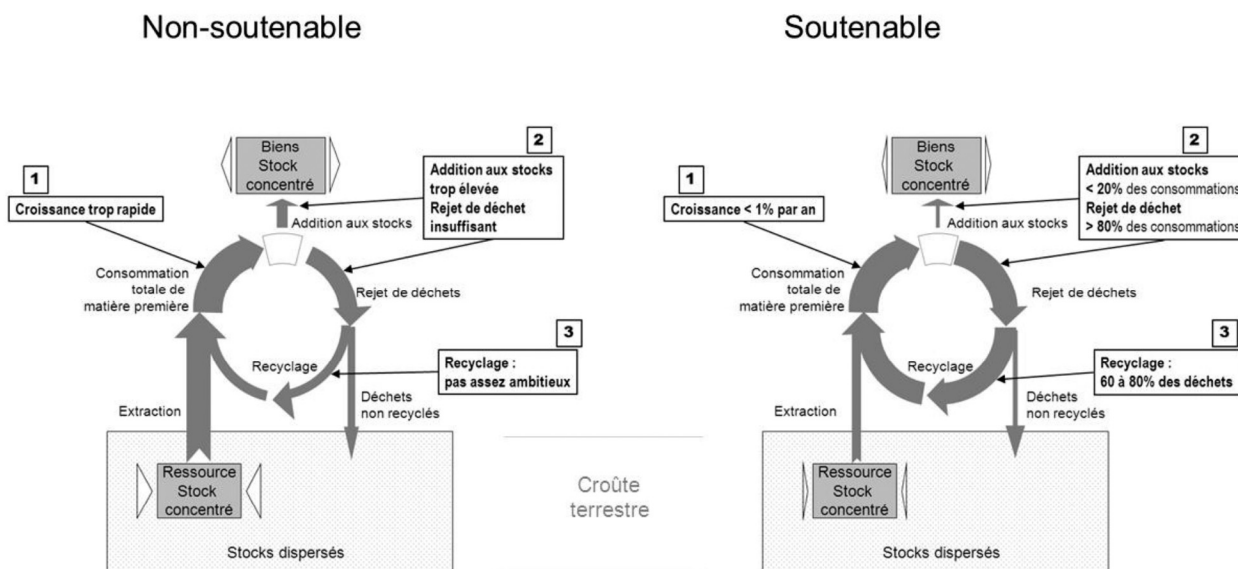


Figure 5.





déterminantes. Bornons-nous à en relever une : les politiques de recyclage devraient être considérées comme des politiques consacrées non plus à la gestion des déchets, mais à celle des matières premières. L'économie circulaire se bâtit non pas par une gestion ambitieuse des déchets, mais par une gestion nouvelle des productions. Pour simplifier, ce qui compte désormais c'est moins la proportion des déchets qui seront recyclés que la proportion de ces matières recyclées dans la matière première constitutive des biens matériels neufs. Faut de quoi, nos politiques actuelles, même les plus ambitieuses, seront vaines sur le long terme, et leur stérilité se mesurera, rétrospectivement, dès la génération suivante, celle de nos enfants.

### Notes

\* Président, co-fondateur de ForCity.

(1) FITOUSSI (Jean-Paul) & ÉLOI (Laurent), *La nouvelle écologie politique*, Seuil, 2008.

(2) "Non-renewable Resource Scarcity", par Jeffrey A. Krautkraemer, *Journal of Economic Literature*. La règle de Hotelling lie la rente

marginale d'une ressource au taux d'intérêt moyen de l'économie, 1998.

(3) Moins de 0,1 % de croissance annuelle moyenne du PIB entre l'An 1 et 1800, d'après Angus Maddison (OCDE), une croissance culminant à 0,5 % par an au XVIII<sup>e</sup> siècle.

(4) Voir les cas contrastés des colonisateurs de l'Islande et du Groenland relatés par Diamond (Jared) dans « Effondrements » (Folio Essais, Éditions Gallimard, février 2009).

(5) E.U. von Weizsäcker, Amory B. Lovins, L.Hunter Lovins, « Facteur 4 ».

(6) Une approche analogue à celle qui guide les politiques actuelles de lutte contre le changement climatique.

(7) En fait, on prélèvera sensiblement plus que 25 % des besoins dans la ressource, car, comme on le verra plus loin, la durée du séjour de la matière en cours d'utilisation dans l'économie réduit l'impact du recyclage.

(8) Une métaphore parlante est que ces trois critères se multiplient symboliquement plutôt qu'ils ne s'additionnent : ainsi, remplir un seul de ces trois critères ne conduit pas à 33 % de la performance recherchée, mais à 0 %.

