

1. UN MODÈLE DE GESTION DES DÉCHETS À RÉINVENTER



Depuis la société de consommation, la production de déchets n'a fait que croître. Cette croissance devrait se poursuivre avec l'urbanisation des pays en développement. En 2018, le monde a produit 2 milliards de tonnes de déchets municipaux, et sans changement de modèle, cette quantité devrait augmenter de 70 % d'ici 2050. Ces déchets sont majoritairement produits en Asie de l'Est et Pacifique, puis vient l'Asie du Sud côte à côte avec l'Europe et l'Asie centrale¹. Les impacts environnementaux et sociaux sont de plus en plus visibles. Une solution nous est proposée : l'économie circulaire, définie en opposition au modèle linéaire « extraire-utiliser-jeter ». Seulement, l'économie mondiale aurait en 2020 un niveau de circularité de 8,6 %². Des initiatives existent mais de nombreux défis sont encore devant nous pour réaliser cette transition circulaire.

ORIGINE DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

En prenant un peu de recul face à l'engouement autour de l'économie circulaire, on peut se demander, et en particulier nos aînés, où se trouve réellement l'innovation. Recycler et réutiliser la matière n'était-ce pas là du bon sens ? Pratiques instinctives d'un temps où les objets fabriqués essentiellement grâce à l'énergie humaine étaient dotés d'une valeur telle que s'en débarrasser sans égard était inimaginable. La notion même de déchet est relativement récente dans la société. Quelle est l'histoire de ce déchet qui auparavant n'était pas, qui est apparu dans la société récente, et qui aujourd'hui est invité à disparaître pour un monde circulaire contemporain ? Franck Aggeri, professeur en gestion à l'École des Mines de Paris, nous propose une mise en perspective historique nous conduisant vers la conception des mines urbaines. Quant à Jacques Vernier, ancien président de l'ADEME, il nous expose le principe de Responsabilité Élargie du Producteur qui, depuis les années 1990, est à la base des politiques de gestion des déchets en Europe.

DIFFICULTÉS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Dans une économie circulaire, l'enjeu est d'exploiter et de valoriser les mines urbaines, i.e. les gisements de déchets urbains, dans des conditions acceptables d'un point de vue économique, environnemental et social. Cependant, le monde n'étant pas celui d'antan mais mondialisé et bien plus complexe en termes d'échanges et de technologies, ce retour à la circularité n'est pas sans difficultés. À la fois les déchets contiennent de la valeur mais également des substances polluantes (métaux lourds, fluides frigorigènes, etc.) qui induisent des coûts de dépollution et de traitement avant toutes étapes de récupération des composants et de la matière. Cette valeur attire des acteurs peu scrupuleux qui, en s'affranchissant des normes environnementales, vont maximiser leur gain. Katie Olley, spécialiste des transferts de déchets pour l'Agence écossaise de protection de l'environnement, nous expose un panorama édifiant des trafics illégaux de déchets au niveau mondial. Des difficultés existent tout autant dans les filières officielles de traitement. La complexification des produits, notamment en raison d'une croissance des composants électroniques, rend leur recyclage difficile et coûteux. Thomas Graedel, professeur émérite d'écologie industrielle à Yale, explique les raisons des faibles taux de réutilisation

et de recyclage et propose des voies d'amélioration. Se pose également la question des déchets déjà enfouis. Est-il possible de les récupérer et de les valoriser pour à la fois disposer de matière secondaire à réinjecter dans l'économie mais également libérer des territoires à réhabiliter ? Le projet prend tout son sens concernant les sites d'enfouissement anciens, non rénovés, qui polluent lentement et durablement les sols. Sur le papier, l'idée paraît séduisante mais dans la pratique, de nombreux obstacles et limites existent. Joakim Krook, professeur d'écologie industrielle à Linköping University en Suède, nous révèle les derniers travaux sur ce sujet.

OPPORTUNITÉS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Alors que les pays développés prennent la mesure d'un engagement dans la transition circulaire nécessaire après des décennies de déni écologique, les pays émergents se trouvent face à deux voies possibles. Suivre le chemin de la croissance démesurée des pays développés qui mènera l'humanité vers une impasse, ou dès à présent, inventer un autre chemin qui permettra une croissance bas-carbone bien plus enrichissante et durable en termes d'innovations, de création d'emplois et de collaborations. Le réseau africain de l'économie circulaire ACEN l'a bien compris et travaille à ce que l'économie circulaire soit l'opportunité pour l'Afrique de gagner en résilience face aux enjeux climatiques et sociaux, enjeux qui l'impacteront plus fortement et plus rapidement que nulle part ailleurs sur la planète. En ce sens, Alexandre Lemille, co-fondateur du réseau ACEN, nous offre une bouffée d'optimisme en évoquant les multiples initiatives émergentes en Afrique qui constitueront les bases du modèle circulaire vers lequel l'ensemble des pays du monde doit s'orienter.

Helen Micheaux,
coordinatrice du numéro

1 En ce qui concerne les déchets municipaux (Banque mondiale 2018).

2 The Global Circularity Gap Report, 2020.

DES DÉCHETS AUX MINES URBAINES : une mise en perspective historique de l'économie circulaire

Franck Aggeri
Professeur à MINES ParisTech



Chiffonnière au XIX^e siècle

Franck Aggeri est professeur de management à MINES ParisTech, PSL Université et chercheur au CGS-i3, UMR 9217. Il est co-directeur de la chaire « Mines urbaines » dédiée à l'économie circulaire et responsable de la formation doctorale en sciences de gestion à MINES ParisTech. Ses recherches et ses enseignements portent sur l'économie circulaire, la RSE et la transition écologique à l'échelle des entreprises. Sur le thème de l'économie circulaire, il a co-organisé en mai 2021 un colloque de Cerisy. Il est l'auteur d'ouvrages sur l'économie circulaire et de plusieurs articles de recherche, publiés notamment dans le Journal of Cleaner Production et la revue Gérer & Comprendre. Il est également chroniqueur pour le magazine Alternatives économiques.

Contrairement aux idées reçues, l'économie circulaire, a été pendant longtemps le modèle économique dominant. Rien n'était perdu ou jeté, tout était systématiquement récupéré et valorisé. Ce modèle a été supplanté à la fin du XIX^e siècle par le modèle de l'économie linéaire, fondé sur l'extraction de matières premières nouvelles et la mise en décharge des déchets avec la révolution industrielle, la montée en puissance de l'hygiénisme, puis le développement de la société de consommation. L'enjeu actuel est de développer une nouvelle approche de l'économie circulaire répondant à des exigences de qualité et de traçabilité mais aussi d'explorer de nouveaux modèles économiques plus sobres en ressources. À cet égard, si des innovations sont nécessaires, par exemple en matière de recyclage, cette stratégie ne saurait constituer une panacée. En effet, le recyclage correspond à un modèle de circularité faible qui ne remet pas en cause nos modes de production et de consommation. L'émergence d'un modèle de circularité forte, plus sobre en ressources, suppose l'exploration de stratégies de services visant à l'allongement de la durée de vie des produits par la réparation, le réemploi ou la location qui nécessitent, en amont, des stratégies d'éco-conception pour agir sur la durabilité et la réparabilité des produits.

INTRODUCTION

L'économie circulaire connaît depuis une dizaine d'années un engouement spectaculaire auprès des pouvoirs publics, des médias, des acteurs économiques et sociaux, et plus généralement, auprès du grand public. Le narratif de l'économie circulaire peut être résumé de façon synthétique par un petit film promotionnel de l'Union européenne¹. Chaque européen consomme une quantité croissante de produits qui contiennent des matières premières (14 tonnes par habitant en Europe) et génère un volume croissant de déchets (5 tonnes par habitant en Europe). Or ces produits, matières premières et déchets pourraient à l'inverse être réparés, réutilisés ou recyclés. C'est le principe de l'économie circulaire. Cette empreinte matérielle croissante est la résultante, explique le film, du modèle de l'économie linéaire fondée sur l'idée d'un monde aux ressources infinies, que l'on peut prélever sans limites pour les transformer en produits, qui seront à leur tour consommés puis mis en décharge. À l'inverse, le modèle de l'économie circulaire cherche à boucler les flux de matières et d'énergie qui circulent dans l'économie. Plusieurs stratégies sont envisagées dans cette perspective : réduire les quantités de matières et d'énergie effectivement utilisées pour produire des biens, rallonger leur durée de vie en recourant au partage, à la réparation et à la réutilisation, ou encore recycler les matières qui les composent en fin de vie, selon un cycle sans fin.

Ce film souligne la façon dominante dont est présentée l'économie circulaire : elle se présente sous la forme d'un récit

¹ www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/priorities/ecirculaire-dechets/20151201ST005603/economie-circulaire-definition-importance-etbenefices

utopique qui promet qu'un nouveau modèle de croissance fondé sur la circulation des matières et des produits, plus sobre en ressources, est possible et qu'il est compatible avec un modèle de société écologiquement soutenable.

Le succès de la notion est aujourd'hui indéniable comme l'atteste l'adoption de nombreuses lois et plans sur l'économie circulaire en Europe ou en Asie ou la conversion des entreprises à ce nouveau modèle. Le Japon est le premier à s'être doté d'une loi-cadre fondée sur des principes proches de ceux de l'économie circulaire : la *Basic Act for Establishing a Sound Material-Cycle Society* en 2000. Il s'agissait alors de réduire la production de déchets provenant des produits, utiliser de manière appropriée les déchets générés comme ressources (réutiliser et recycler) et éliminer de manière adéquate les déchets qui ne peuvent être utilisés d'aucune manière. La Chine s'est également dotée dès 2008 d'une loi-cadre pour la promotion de l'économie circulaire. L'Union européenne a adopté un paquet économie circulaire en 2016 et la France une loi anti-gaspillage et économie circulaire (AGEC) en 2020.

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE : UN MODÈLE RÉELLEMENT NOUVEAU ?

Ce modèle de l'économie circulaire, présenté comme nouveau, l'est-il réellement ? Sur le plan conceptuel, l'idée de circularité n'est pas nouvelle. Elle a été proposée en 1966 dans le livre de Kenneth Boulding² qui préconise que l'homme doit trouver sa place dans un système cyclique écologique capable d'une reproduction continue de toute forme matérielle. Le concept d'économie circulaire est, pour sa part, utilisé explicitement pour la première fois dans un livre d'économie de l'environnement en 1989³.

La problématisation contemporaine de l'économie circulaire emprunte également largement aux approches d'écologie industrielle et de *cradle-to-cradle*⁴ qui se fondent sur des principes de bouclage des flux de matières et d'énergie sur le modèle des symbioses naturelles.

Sur le plan des pratiques, le modèle de l'économie circulaire est ancien comme l'attestent de nombreux travaux d'historiens. On peut même le considérer comme le modèle dominant jusqu'à la fin du XIX^e siècle. Le terme de déchet n'était d'ailleurs pas d'usage courant. À cette époque, tout était réutilisé ou laissé à une dégradation naturelle. Toute une économie parallèle, organisée autour des chiffonniers et de différents acteurs, récupérait toutes les matières disponibles. Les chiffons sont réutilisés pour fabriquer du papier, les boues animales et urbaines servent à des engrais, les os ont de multiples débouchés : colles,

sels ammoniacaux ou décoloration du sucre de betterave, les graisses servent à la fabrication de bougies, etc. Sabine Barles⁵ souligne que jusque vers 1870 on observe une circulation spontanée de la matière entre la ville, l'industrie et l'agriculture.

DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE MODE 1 À L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE MODE 2

Ce modèle historique de l'économie circulaire, dit mode 1⁶, a progressivement disparu sous l'effet de trois évolutions. Première évolution : l'émergence de la révolution industrielle qui, avec le couple charbon-vapeur, permet de produire de l'énergie bon marché et favorise le développement de nouveaux moyens de transport (trains, bateaux). Le coût d'extraction des matières premières diminue drastiquement tandis que la deuxième révolution industrielle (notamment avec le développement de la chimie et de l'électricité) permet le développement de nouvelles matières de synthèse (engrais chimiques, pâte à papier issue de cellulose, etc.) et qui viennent remplacer les matières issues de la récupération.

Une seconde évolution va disqualifier les produits et matières issues de la récupération : le développement de l'hygiénisme avec la révolution pasteurienne de la fin du XIX^e siècle. Avec l'hygiénisme, c'est la circulation des déchets et des matières organiques qui est stigmatisée comme l'une des causes principales d'épidémies. Eugène Poubelle, alors préfet de la Seine en France, se rend célèbre par le décret de 1884 où il impose aux propriétaires de mettre à disposition des locataires des récipients pour mettre les ordures ménagères, les « poubelles ». C'est le début de l'invention de solutions de confinement des déchets qui conduiront au développement de la décharge comme solution dominante de traitement des déchets au XX^e siècle.

La troisième évolution est le développement à partir des années 1930 de la société de consommation, c'est-à-dire d'un mode de vie où l'homme moderne vit désormais à travers les objets qu'il consomme ou possède, conduisant à une société d'abondance.

UN MODÈLE DE GESTION DES DÉCHETS À RÉINVENTER

Le modèle de l'économie linéaire est d'abord celui qui s'est développé pendant les Trente Glorieuses, c'est-à-dire à une époque où l'explosion de la croissance économique s'accompagne de celle de la consommation de matières premières, de ressources et de déchets. La solution dominante

pour le traitement des déchets est alors la mise en décharge, puis à partir des années 1970, le développement massif, pour les déchets organiques, de l'incinération avec valorisation d'énergie. La saturation des décharges, puis la mobilisation sociale contre la construction de nouvelles décharges et incinérateurs marquent la crise de ce modèle qui s'avère peu compatible avec les critères

2 Boulding, K.E. (1966). « The economics of the coming spaceship earth », in: In H. Jarrett (ed.) 1966. *Environmental Quality in a Growing Economy*, pp. 3-14. Baltimore, MD: Resources for the Future/Johns Hopkins University Press.

3 Pearce, D.W. et Turner, R.K. (1989). *Economics of natural resources and the environment*, John Hopkins University Press.

4 McDonough, W., & Braungart, M. (2005). *Cradle to cradle*. McGraw-Hill Education ; Ayres, R. U., & Ayres, L. (Eds.). (2002). *A handbook of industrial ecology*. Edward Elgar Publishing.

5 Barles, S. (2005). *L'invention des déchets urbains : France, 1790-1870*, Champ Vallon.

6 Aggeri, F. (2020). *The Circular Economy: Historical Perspective and Contemporary Issues*, in: Delchet-Cochet, K. (Ed.). (2020). *Circular Economy: From Waste Reduction to Value Creation*. John Wiley & Sons.

d'un développement durable.

L'engouement pour le concept d'économie circulaire intervient à la fin des années 2000 dans un contexte où trois événements simultanés créent un contexte favorable à la réception de ce nouveau concept : premier événement, le boom des prix des matières premières qui quadruplent entre 2000 et 2010 et qui rappelle aux acteurs économiques et politiques leur dépendance économique aux ressources naturelles ; second événement, l'embargo chinois sur les terres rares qui sont utilisées dans toutes les applications de haute technologie et qui suscite un vent de panique parmi les acteurs économiques et politiques ; troisième événement, la dégradation continue des indicateurs environnementaux qui souligne l'urgence de la crise écologique.

Le narratif de l'économie circulaire, présenté en introduction, a été popularisé par les rapports de la Fondation Ellen Mac Arthur avec Mc Kinsey⁷. Il apparaît alors comme une réponse plausible à cette triple crise. L'attractivité de ce narratif ne tient pas tant à l'originalité du concept qui, comme nous l'avons vu, n'est pas nouveau. Il tient davantage à l'habileté de la scénarisation qui « recycle » différents concepts dans un cadre intégrateur qui s'inspire de l'analogie avec les symbioses naturelles. Cette scénarisation se fonde également sur les mécanismes de la fabrication d'une utopie qui semble réaliste voire rationnelle.

Selon Jean-Louis Metzger, une utopie rationnelle est construite autour de trois registres : un *récit mobilisateur* qui articule à la fois une critique de l'existant (ex. : l'économie linéaire) et la description d'un idéal (ex. : l'économie circulaire) ; un ensemble d'*images-forces* visant à imprégner les croyances collectives (ex. : le schéma « papillon » avec ses stratégies de bouclage) ; des *outils et modèles* qui guident l'action collective (ex. : indicateurs de circularité, normes et outils de gestion de l'économie circulaire). Une utopie rationnelle correspond ainsi au récit problématisé d'une société idéale qui se fonde donc sur des images frappant l'imagination et sur des éléments rationnels (raisonnements, modélisations, calculs) censés l'ancrer dans le domaine du réalisable. Les utopies rationnelles combinent ainsi les propriétés mobilisatrices de l'utopie avec les propriétés rassurantes de la raison. Ce faisant, il s'agit de produire des promesses collectives susceptibles d'agrèger et de mobiliser des acteurs hétérogènes.

La diffusion de ces utopies rationnelles est d'autant plus forte que leur production est collective, anonyme, à l'instar de la narration proposée par l'Union européenne. Elles apparaissent aux yeux du public comme des constructions neutres, ouvertes à des interprétations multiples et dépolitisées, c'est-à-dire débarrassées de références à des courants de pensée marqués idéologiquement ou à des auteurs particuliers, qui peuvent faire l'objet d'une grande variété d'appropriations possibles.

Que ce soit pour la réparation, le réemploi ou le recyclage, l'économie circulaire contemporaine dépend donc du développement d'une économie de la qualité où le respect strict de cahiers des charges et de normes de traçabilité doit s'accompagner d'une montée en compétences des acteurs et de la structuration de nouveaux écosystèmes industriels et d'affaires

VERS L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE MODE 2

La problématique contemporaine de l'économie circulaire n'est évidemment pas de revenir au modèle historique du mode 1 mais d'inventer un nouveau modèle de croissance, plus sobre en ressources, où les exigences de traçabilité, d'hygiène, de réduction des impacts environnementaux et de qualité sont respectées.

Les problématiques d'hygiène et de santé restent toujours d'actualité comme l'attestent les réglementations qui visent à tracer les substances potentiellement toxiques pour la santé que l'on trouve dans les produits chimiques et de consommation en général, comme la directive européenne REACH. Le respect de ces réglementations pour le recyclage ou la réutilisation des produits est un enjeu essentiel. Les plastiques retardateurs de flamme bromés illustrent cette problématique. Ces plastiques, très utilisés notamment dans les produits électriques et électroniques, remplissent une fonction importante : ils visent à éviter l'inflammation des appareils dotés de batteries susceptibles de chauffer. Mais ils ont un inconvénient majeur :

ils contiennent un métal lourd (le chrome), potentiellement nocif pour la santé. De ce fait, leur valorisation est interdite et ils doivent être mis en décharge. Mais dans les centres de traitement actuels, le tri automatique des plastiques ne garantissant pas une efficacité à 100 %, certains résidus de plastiques bromés peuvent se retrouver en mélange avec d'autres plastiques en vue de leur recyclage.

Que ce soit pour la réparation, le réemploi ou le recyclage, l'économie circulaire contemporaine dépend donc du développement d'une économie de la qualité où le respect strict de cahiers des charges et de

normes de traçabilité doit s'accompagner d'une montée en compétences des acteurs et de la structuration de nouveaux écosystèmes industriels et d'affaires.

TRANSFORMER LES DÉCHETS EN RESSOURCES : LES NOUVELLES VOIES D'UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Cette transition vers l'économie circulaire n'a cependant aucune raison de s'opérer naturellement. La société de consommation est désormais profondément ancrée dans nos comportements tandis que l'innovation intensive conduit les entreprises à accélérer le rythme de renouvellement de leurs produits pour maintenir des avantages temporaires sur leurs concurrents. La combinaison de ces deux forces conduit à la croissance continue de matières consommées et de déchets générés.

POUR INVERSER LA TENDANCE, QUELLES SONT LES VOIES POSSIBLES ?

Une première voie consiste à développer des innovations, notamment technologiques, pour exploiter le potentiel de valeur contenu dans les produits et les déchets récupérés en fin de vie. C'est la problématique des « mines urbaines » qui souligne que

⁷ Ellen MacArthur Foundation. (2012). *Towards the circular economy*. Ellen MacArthur Foundation.

nos déchets recèlent des potentiels de valeur à exploiter. Par exemple, dans une tonne de téléphones portables, on trouve une concentration en or deux cent fois plus élevée que dans des mines à l'état naturel.

À l'heure actuelle, les métaux les mieux valorisés sont les principaux métaux (acier, aluminium, cuivre) et les métaux précieux pour lesquels des technologies et des filières ont été développées et permettent un recyclage égal ou supérieur à 50 %. Néanmoins, les taux de recyclage dépassent rarement les 50 % de taux de recyclage effectif. Pour l'ensemble des matériaux, le taux de circularité atteint seulement 11,7 % en Europe en 2017 (source : Eurostat). Pour les plastiques, une étude récente de la Fondation Ellen MacArthur indique que 14 % seulement des plastiques sont recyclés, 14 % étant valorisés énergétiquement, 40 % finissent en décharge et 32 % dans la nature⁸. Le développement de filières de recyclage en boucle fermée, c'est-à-dire dans les mêmes applications est un enjeu pour conserver de la valeur et constitue une voie d'innovation pour les industriels. Pour les métaux rares, très présents dans les applications de haute technologie (cartes électroniques, éoliennes, batteries), le taux de recyclage n'excède pas 1 %. Sécuriser l'approvisionnement de telles matières, en développant de nouvelles filières de recyclage, est un enjeu crucial pour réduire la dépendance à l'égard de pays à risques d'où proviennent ces matières. L'enjeu n'est pas seulement technologique. Il porte également sur la structuration de nouveaux écosystèmes industriels et de nouvelles filières territoriales de collecte, tri, traitement et recyclage des déchets en vue de leur recyclage.

Le recyclage ne constitue cependant pas la panacée. Il correspond à une forme de circularité faible qui ne permet de réduire qu'à la marge les impacts environnementaux. En effet, à supposer que les taux de recyclage progressent grâce aux progrès technologiques, il n'en demeure pas moins que, tant que la consommation de produits neufs continue de croître, le recyclage ne saurait constituer qu'une solution partielle pour réduire les impacts environnementaux. Le recyclage de qualité est par ailleurs limité par l'importance des trafics et exportations illégales de déchets qui constituent la quatrième source de revenus du crime organisé après la drogue, la prostitution et les jeux clandestins. Les trafiquants ont un avantage décisif par rapport aux filières légales : ils ne supportent ni les coûts administratifs, ni les prélèvements fiscaux, ni les coûts de dépollution que les autres subissent. Ces trafics sont également sources de pollution diffuse, puisqu'ils ne récupèrent que les pièces ou matières intéressantes, laissant à l'abandon les parties polluées. Enfin, sur un plan technique, toutes les matières ne sont pas indéfiniment recyclables. Certaines, comme le plastique, perdent des qualités d'usage qui limitent le nombre de cycles possibles.

LES CONDITIONS D'UN CHANGEMENT DE MODÈLE

D'un point de vue environnemental, mais aussi en termes de potentiel de création d'emploi, toutes les stratégies de circularité ne se valent pas. Au-delà du recyclage, comment promouvoir un modèle de circularité forte, plus sobre en ressources et en matières ? Les stratégies de circularité visant, par le réemploi, la réparation ou l'économie de fonctionnalité, à promouvoir l'allongement de la durée de vie des produits et leur durabilité constituent des pistes prometteuses pour réduire l'empreinte matérielle de nos activités économiques, mais également pour créer des emplois localisés. Pour les entreprises, ces stratégies de service nécessitent, en amont, un travail d'éco-conception des produits pour faciliter leur démontabilité et la durabilité des produits et, en aval, une organisation en réseau et de nouvelles compétences pour déployer des offres de service sur l'ensemble du territoire. Ce sont donc de nouveaux modèles d'affaire à inventer et à pérenniser en lieu et place des modèles fondés sur la vente de produits. Pour se concrétiser, un changement des comportements des consommateurs est nécessaire. En effet, ces derniers doivent accepter de remplacer l'achat de produits neufs par des produits réparés, de seconde vie ou de location. Les évolutions récentes semblent attester d'un tel changement, notamment parmi les jeunes générations, qui semblent moins attachées à la possession d'objets⁹. Le développement de plateformes numériques, comme BackMarket, spécialisées dans la vente de produits reconditionnés attestent également de ces changements de comportements.

À cet égard, l'introduction de nouvelles incitations publiques, comme avec la loi AGEC en France, peut contribuer à accélérer ces transitions en rendant visible les performances en matière de réparabilité d'une part, et encourager l'achat de produits réparés ou de seconde vie d'autre part. À travers ces nouvelles stratégies de circularité forte (réparation, réemploi, économie de fonctionnalité), ce sont des changements des modèles économiques et des modes de vie qui sont en jeu.

À travers ces nouvelles stratégies de circularité forte (réparation, réemploi, économie de fonctionnalité), ce sont des changements des modèles économiques et des modes de vie qui sont en jeu

8 FEM (2016). *The new plastics economy: rethinking the future of plastics & catalysing action*, report.

9 Guillard, V. (2019). *Du gaspillage à la sobriété: avoir moins et vivre mieux?*. De Boeck Supérieur

RÉUTILISER ET RECYCLER LES RESSOURCES : LIMITES ET OPPORTUNITÉS

Thomas Graedel

Professeur émérite d'écologie industrielle à l'Université de Yale



Un feu d'artifice traditionnel. Les couleurs vives sont produites par des composés de cuivre, de baryum, de calcium, de magnésium, de strontium et d'autres matériaux.

T.E. Graedel a rejoint l'université de Yale en 1997 après 27 ans d'activité au sein des laboratoires AT&T Bell. Il est actuellement professeur émérite d'écologie industrielle à Yale. Il est l'un des fondateurs du domaine de l'écologie industrielle et co-auteur du premier manuel de cette spécialité. En caractérisant les cycles des métaux utilisés dans l'industrie, il a contribué à explorer les aspects de la disponibilité des ressources, des impacts environnementaux potentiels, des possibilités de recyclage et de réutilisation, de la criticité des matériaux et de la politique des ressources. Il a été le premier président de la Société internationale pour l'écologie industrielle de 2002 à 2004 et a remporté le prix de la société ISIE 2007, qui salue l'excellence de ses recherches en écologie industrielle. Trois fois membre du Panel international des ressources des Nations unies, il a été élu à l'Académie nationale d'ingénierie des États-Unis en 2002.

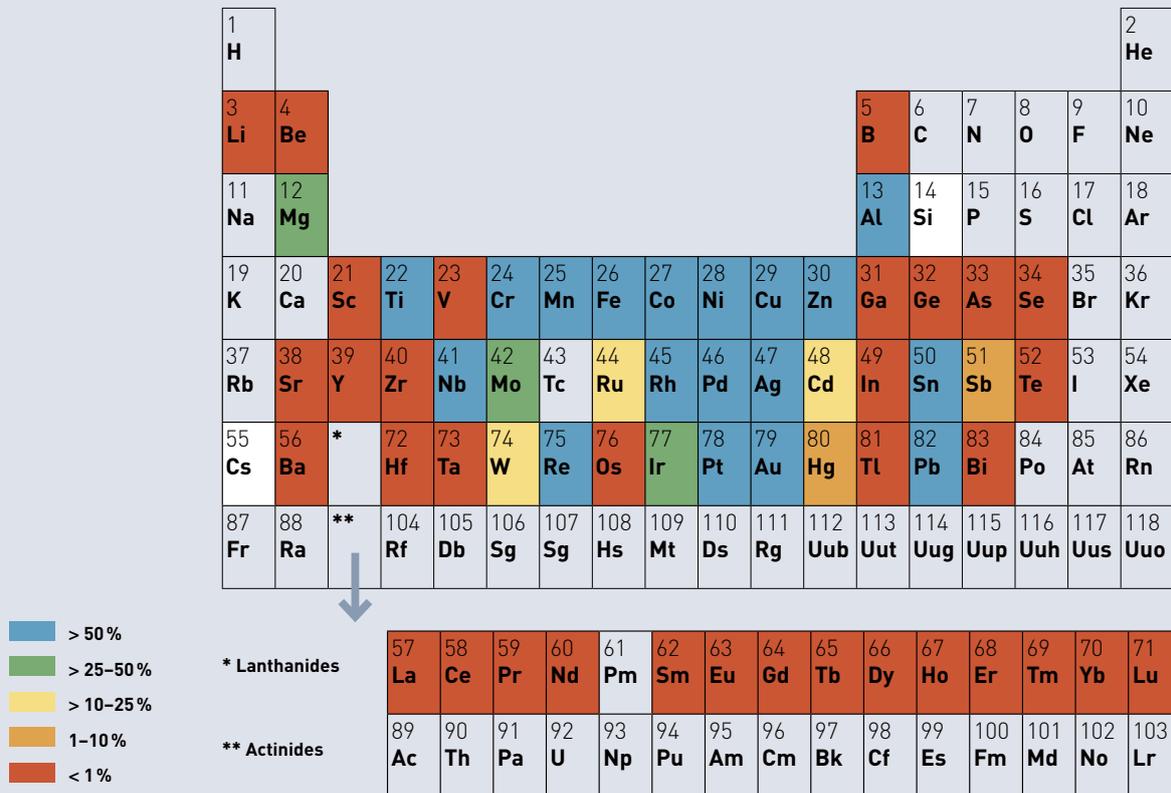
Aujourd'hui, les matériaux sont souvent mis au rebut après leur première utilisation. C'est particulièrement vrai pour les matériaux dont l'utilisation est intrinsèquement dissipative, pour les assemblages complexes où des éléments en concentration faible - mais essentiels - sont souvent perdus lors du recyclage et pour les matériaux utiles mais toxiques. Nous présentons ici le statut de la réutilisation et du recyclage, ainsi que cinq possibilités d'amélioration : (1) éliminer les utilisations dissipatives des matériaux ; (2) développer des technologies avancées pour la réutilisation et le recyclage ; (3) créer des dépôts appropriés pour les matériaux qui ne conviennent pas à une économie circulaire ; (4) concevoir de nouveaux produits pensés pour la circularité en fin de vie ; (5) créer et soutenir des chaînes de transport et de recyclage collaboratives internationales.

INTRODUCTION

L'idée initiale de l'économie circulaire est de transformer notre société matérialiste en passant de l'approche classique de l'utilisation des matériaux (« extraction, utilisation, élimination ») à une approche favorisant la réutilisation. Dans cette approche, l'utilisation des matériaux retenus dans les boucles courtes du diagramme « générique » de l'économie circulaire¹ nécessite moins d'énergie et moins de nouvelles ressources (voire aucune) qu'il n'en faudrait pour effectuer des actions similaires dans les boucles longues. L'idée est intrinsèquement attrayante, mais pas sans difficultés. Il convient en effet de déterminer dans quelle mesure une telle transition est possible et souhaitable depuis divers points de vue : technologique, économique, social et politique. Car il convient de résoudre un certain nombre de problèmes, notamment dans la conception des produits, la technologie choisie pour le recyclage, la toxicité des matériaux, sans oublier la simple question de l'espace nécessaire pour une réparation et réutilisation effective pour parvenir à une économie véritablement circulaire.

¹ Diagramme des boucles de l'économie circulaire de la Fondation Ellen Mac Arthur.

Taux de recyclage fonctionnel en fin de vie de soixante éléments, classés dans cinq catégories de pourcentages



(International Resource Panel, Recycling Rates of Metals, ISBN 978-92-807-3161-3, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya, 2011).

Schéma 1

STATISTIQUES SUR LE RECYCLAGE

Avant de réfléchir à la direction à prendre pour l'avenir en matière de recyclage, nous devons évaluer la situation actuelle. Malheureusement, à de rares exceptions près, celle-ci n'est guère encourageante. Il y a près de dix ans, un comité du Groupe international des ressources des Nations unies a effectué une estimation du taux de recyclage fonctionnel en fin de vie des éléments du tableau périodique en distinguant cinq fourchettes de pourcentage, comme le montre le schéma 1. Nous remarquons que seuls quinze à vingt éléments sont associés à des taux de recyclage supérieurs à 50 % (le comité déclarant que peu d'entre eux semblent dépasser les 75 %). Nous remarquons surtout que plus de trente éléments ne disposent de pratiquement aucune solution de recyclage. Seuls quelques éléments se sont vu attribuer des valeurs comprises entre 0 et 50 %. Cela signifie que la majorité des éléments utilisés dans le domaine technologique ne sont utilisés qu'une seule fois avant d'être perdus à jamais pour leur secteur, un triste constat compte tenu de l'énergie et des efforts déployés pour les acquérir.

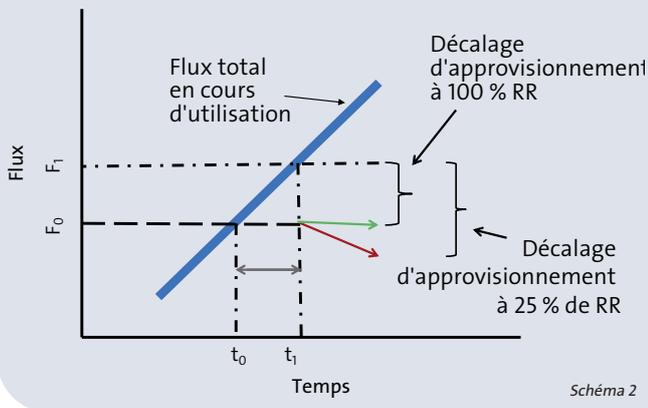
Les statistiques sur le recyclage n'ont jamais été très satisfaisantes car aucune réglementation n'exige leur collecte. En conséquence, à l'heure actuelle, les meilleures estimations des valeurs des taux

de recyclage des produits en fin de vie (EOL-RR) restent celles du Panel international des ressources de 2011 (voir schéma 1). Il semble donc nécessaire d'adopter une approche plus structurée, fondée sur les données, pour quantifier régulièrement les taux de recyclage. On peut espérer qu'une telle approche sera mise en place à l'avenir. Pour l'heure, tous les taux de recyclage en fin de vie doivent être considérés comme des « estimations éclairées fondées sur des données minimales ».

COMMENT SONT VRAIMENT UTILISÉS LES MATÉRIAUX ?

Pourquoi les matériaux incorporés dans divers processus de fabrication ne peuvent-ils pas être réutilisés à la fin de vie des produits ? Pour répondre à cette question, simple en apparence, divisons en quatre catégories les modes d'utilisation des ressources : « en usage dissipé », « actuellement non recyclables », « potentiellement recyclables » et « non spécifiées » (généralement des utilisations à petite échelle dont les faibles volumes ne justifient pas un suivi). La catégorie « en usage dissipé » comprend des utilisations qui peuvent sembler bénéfiques (plaquettes de frein de véhicule, feux d'artifice, etc.) mais qui offrent peu ou pas de perspectives de récupération

L'effet retardateur des matériaux dans les stocks de produits en cours d'utilisation



et de réutilisation des matériaux. D'autres applications, comme l'utilisation d'éléments de terres rares dans les poudres de polissage, pourraient être recyclables si une approche technologique avait été développée, ce qui n'est pas encore le cas. La catégorie des produits potentiellement recyclables correspond à une catégorie pour laquelle le recyclage existe mais n'est généralement pas employé pour des raisons de coût, de praticité ou faute d'incitation.

Dans un monde idéal, les matériaux disponibles grâce au recyclage satisferaient la demande existante pour le même matériau, et il ne serait pas nécessaire d'extraire de nouvelles ressources. En réalité, les matériaux restent mobilisés en phase d'usage dans notre économie pendant de longues périodes, souvent des décennies, alors que la demande augmente. Cette situation est appelée « effet retardateur des stocks ». Ainsi, dans un monde où la demande augmente, même un recyclage parfait ne suffit pas à satisfaire l'offre (schéma 2). En effet, certains matériaux ne sont pas immédiatement retraités pour être réutilisés. Il arrive que des appareils électroniques personnels soient conservés dans un tiroir de chambre pendant une dizaine d'années, ils deviennent alors ce que l'on appelle des « stocks comateux », c'est-à-dire des matériaux stockés de telle manière qu'ils risquent de ne jamais être récupérés. Par exemple, les câbles de distribution d'électricité mis hors service mais laissés en place parce que les avantages de les récupérer ne compensent pas les efforts et les dépenses nécessaires pour le faire. Enfin, il existe des stocks qui sont conçus pour ne jamais être récupérés et réutilisés, comme les pieux de fondation sous les grands bâtiments et les structures portuaires : on pourrait les appeler les « stocks abandonnés ».

Dans un monde où la demande augmente, même un recyclage parfait ne suffit pas à satisfaire l'offre.

Imaginez cependant que l'on décide de se débarrasser d'un produit contenant des matériaux potentiellement recyclables.



La mise en œuvre effective d'un recyclage technologiquement approprié peut comporter de nombreuses étapes, comme nous le verrons plus en détail ci-dessous.

La réutilisation et le recyclage sont des approches judicieuses pour faire face à l'accumulation de produits mis au rebut. Toutefois, dans certains cas, la réutilisation et le recyclage ne sont pas les approches idéales. Citons l'exemple d'un produit jeté, contenant des matériaux non pertinents dans l'économie actuelle, comme des matériaux ou des assemblages qui n'étaient pas considérés comme dangereux lors de leur première utilisation, mais qui suscitent aujourd'hui des préoccupations importantes : des métaux toxiques tels que le cadmium dans les trains d'atterrissage des avions, le plomb dans la peinture, ou des matériaux cancérigènes tels que les polychlorobiphényles dans les transformateurs. Ulrich Kral et ses collègues de l'Université technique de Vienne suggèrent de ne pas utiliser ces matériaux dans la conception de nouveaux produits mais aussi de déposer dans un « dépôt définitif » les anciens produits qui ne sont plus en service ou les matières dangereuses dissipées pendant l'utilisation. La fonction de ce dépôt est alors de détruire complètement une substance indésirable ou de la conserver pendant une longue période qui permettra d'envisager son recyclage ultérieur. Le schéma 3 présente ce processus.

Ce type de dépôt a notamment été mis en place par certains pays pour accueillir de manière responsable les déchets des réacteurs nucléaires. Ces matériaux étant potentiellement dangereux, les

Dans un monde où la demande augmente, même un recyclage parfait ne suffit pas à satisfaire l'offre

dépôts sont souvent controversés, notamment par les personnes vivant à proximité. Toutefois, malgré les difficultés sociétales soulevées par cette pratique, il est évidemment inapproprié de continuer à utiliser des matériaux dont la toxicité est connue ou suspectée sans prévoir une solution quand ils deviennent indésirables. Si des matériaux sont jugés si bénéfiques pour la technologie moderne que la société souhaite les utiliser, alors il convient de faire face aux défis qu'ils représentent et de prévoir des approches en dehors de l'économie circulaire.

LE DÉFI DE LA COMPLEXITÉ DES PRODUITS

Il convient de réfléchir à la portée de ce qu'impliquerait une économie véritablement circulaire pour le secteur des dispositifs médicaux. Les fabricants de dispositifs médicaux utilisent non moins de soixante-dix éléments différents dans l'imagerie, la chirurgie robotique, les prothèses d'articulations, etc. Cette grande diversité d'éléments est similaire à celle de l'électronique moderne.

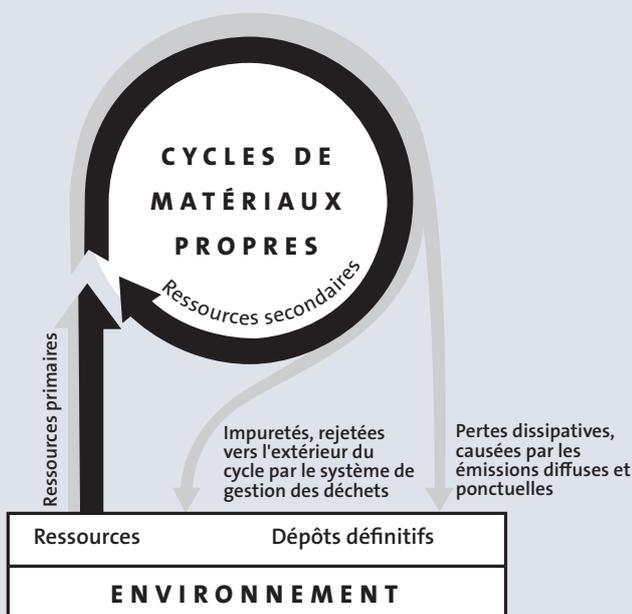
Et bien entendu, l'utilisation de chacun de ces éléments dans les dispositifs médicaux ou dans l'électronique sert un objectif : une meilleure imagerie des organes, un stockage et une récupération plus rapides des informations, etc. Un fabricant de dispositifs adhérent de façon dogmatique aux principes de l'économie circulaire devrait donc prendre en compte à la fois les questions de contamination et de stérilisation, mais aussi de retraitement de l'ensemble des éléments. Cela représenterait un engagement considérable pour les concepteurs, les fabricants de produits et leurs responsables. Cela signifie peut-être aussi qu'il est irréaliste d'adopter une posture dogmatique en matière d'économie circulaire quand il s'agit de produits à la pointe d'une technologie.

Supposons toutefois qu'un matériau (contenu dans un produit) ne soit soumis à aucune des contraintes de recyclage et de réutilisation évoquées ci-dessus et que ce matériau ait été mis au rebut. La réussite du désassemblage et du recyclage dépend d'une séquence en plusieurs étapes, comme le montre le schéma 4. Or, au cours du processus, il s'avère souvent impossible de désassembler complètement ou de conserver les composants une fois le désassemblage terminé.

Compte tenu des estimations sur la probabilité de réussite de chacune de ces étapes à l'heure actuelle, l'ensemble du processus de recyclage des produits se révèle assez peu efficace. Pour améliorer cette situation, des efforts sont nécessaires à toutes les étapes du processus de recyclage, mais aussi dès la conception du produit d'origine. Voici, ci-dessous, certains des principaux points :

- Si possible, récupérer un produit avant de le mettre au rebut et chercher à l'utiliser ailleurs (c'est ce qu'on appelle la « délocalisation »).
- Si la délocalisation n'est pas possible, chercher à « remanufacturer » le produit, c'est-à-dire le remettre dans son état et ses capacités d'origine ou, mieux encore, à le mettre au niveau des capacités les plus récentes de produits similaires (c'est ce qu'on appelle le « remanufacturing »).

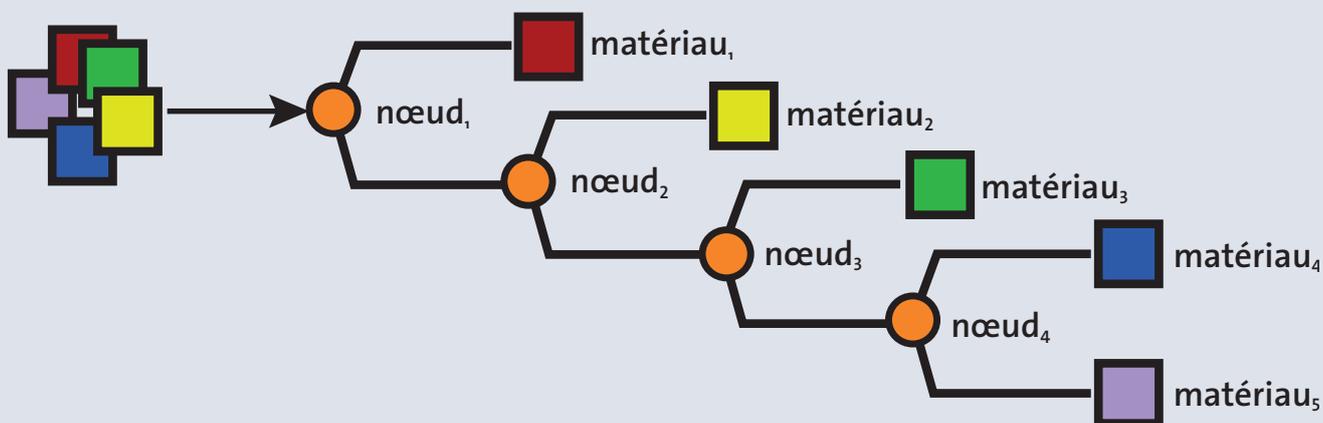
Flux de matériaux basés sur une stratégie de cycle propre



(Reproduit avec la permission de U. Kral, K. Kellner et P.H. Brunner, Science of the Total Environment, 461-462, 819-822, 2013 ; Copyright, 2013).

Schéma 3

Une séquence en quatre nœuds pour le désassemblage d'un produit générique



Reproduit avec la permission de J.B. Dahmus et T.G. Gutowski, Environmental Science & Technology, 41, 7543-7550, 2007. Copyright 2007 American Chemical Society.

Schéma 4

- Si le « remanufacturing » n'est pas possible, alors il s'agit de démonter le produit et de réutiliser ses composants. Pour réaliser cette étape, il faudra identifier de façon efficace les composants et rechercher les possibilités de réintégration dans l'économie. La meilleure façon d'envisager le démontage est de le prévoir dès le stade de la conception du produit, en limitant au maximum les étapes.
- Si les composants et les assemblages ne peuvent pas être facilement démontés ou que ce processus n'est pas viable sur le plan économique ou technique, il faudra alors les broyer ou les envoyer dans des installations de tri, où ils seront traités dans des réacteurs chimiques ou métallurgiques.

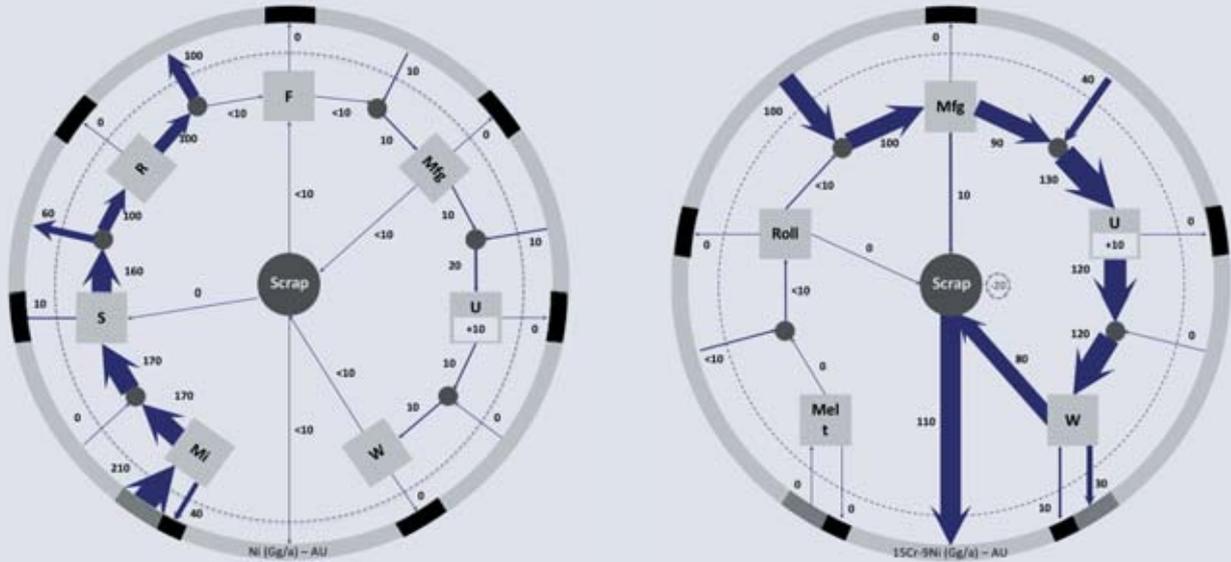
L'ensemble du processus de recyclage des produits se révèle assez peu efficace. Pour améliorer cette situation, des efforts sont nécessaires à toutes les étapes du processus de recyclage, mais aussi dès la conception du produit d'origine

LA LOGISTIQUE SPATIALE

Une question peu abordée par les défenseurs de l'économie circulaire est celle des besoins spatiaux pour effectuer, concrètement, la réparation, la réutilisation, le remanufacturing et le recyclage. Dans notre monde technologique, des produits complexes sont souvent fabriqués dans un petit nombre d'installations spécialisées, vendus à des utilisateurs du monde entier, et peut-être revendus ou reloués plus tard, pour être finalement mis au rebut. Étant donné la complexité de ces produits, on ne peut pas s'attendre à ce qu'il existe partout des sites équipés des technologies de recyclage adéquates, permettant une remise à neuf et une réutilisation locales. Dans l'idéal, il faudrait réunir les produits en fin de vie une fois qu'ils sont obsolètes, avant qu'ils



Les cycles australiens du nickel (à gauche) et de l'acier inoxydable (à droite) en 2010



Les unités utilisées sont les gigagrammes (mille tonnes) d'équivalent métallique par an (Graedel, T.E., B.K. Reck, L. Ciacchi et F. Passarini, On the spatial dimension of the circular economy, Resources, 8, 32 doi:10.3390/resources8010032, 2019).

Schéma 5

ne soient dégradés et démontés, pour veiller à ce qu'ils soient transportés vers une installation capable de les reconditionner ou de les recycler. Pour les produits les plus complexes, il existe sans doute peu d'installations adéquates dans le monde et les difficultés d'identification, de transport et d'économie deviennent rapidement insurmontables.

Cette question peut être illustrée par un exemple simple, celui du nickel en Australie, dont le cycle de la matière première est représenté au schéma 5 (à gauche). L'Australie possède de très grands gisements de métaux et une industrie minière très dynamique. Les quantités de nickel extraites et traitées sont considérables, mais le métal raffiné qui en résulte est largement exporté. Une grande partie de ce nickel est utilisée dans la production d'acier inoxydable dans d'autres régions du monde (l'Australie ne produit pas d'acier inoxydable, un alliage de nickel composé d'environ 74 % de fer, 15 % de chrome et 9 % de nickel) et ne dispose donc pas de la technologie nécessaire pour le retraiter. S'il faut le retraiter, cela doit être fait ailleurs. Ainsi, les importations d'acier inoxydable en Australie doivent être ensuite exportées pour une éventuelle réutilisation (schéma 5, à droite). Le message est clair : dans une économie mondialisée, il est très peu probable de trouver partout et pour chaque produit (selon sa complexité) des installations permettant une économie circulaire. Il faudra anticiper un volume d'échanges maritimes conséquent et une coordination politique et scientifique internationale.

CONCLUSION

Les difficultés soulevées dans cet article suggèrent cinq points d'amélioration possibles :

- Diminuer ou éliminer les utilisations dissipatives des matériaux ;
- Inventer et développer des technologies de réutilisation et de recyclage pour de nombreux matériaux et produits, quand celles-ci sont inadéquates ou n'existent pas ;
- Développer des « dépôts », à l'échelle nationale ou régionale, pour les matériaux qui ne peuvent pas être conservés dans une économie circulaire en raison de leur toxicité, de leur radioactivité ou d'autres effets nocifs ;
- Concevoir de nouveaux produits en vue de la circularité en fin de vie et non de l'élimination ;
- Optimiser la collecte des composants et produits difficiles à remanufacturer ou à recycler et mettre au point un système international pour transporter ces objets vers des installations permettant de les réutiliser sous une forme ou une autre.

Aucune de ces possibilités d'amélioration ne sera facile à réaliser, certaines seront même très difficiles. Toutefois, nous pouvons en dire autant des activités et des approches technologiques qui les ont rendues nécessaires au départ. Dans certains cas, il conviendra d'initier une réflexion sur la conception des produits, le traitement des matériaux et le recyclage. Dans d'autres, il faudra des actions de coopération de la part des gouvernements. Toutefois, chaque pas dans la bonne direction induira une amélioration significative de la circularité. Une réflexion morale est nécessaire : une société technologique dont les activités ont vu naître ces grands défis doit être à la hauteur de ses responsabilités.

CONCEPT ET DÉFIS DE L'EXPLOITATION AMÉLIORÉE DES SITES D'ENFOUISSEMENT (ELFM)

Joakim Krook, Université de Linköping, Suède

Joakim Krook est professeur associé d'Industrie écologique au département de Technologie et gestion environnementale de l'Université de Linköping, en Suède. Il est spécialisé dans la recherche sur les systèmes d'analyse multidisciplinaire des stratégies de recyclage et l'urban mining. Joakim a été le principal référent de l'Université de Linköping dans le projet MSC-ETN NEW-MINE de l'Union européenne.

L'ELFM (Enhanced landfill mining), autrement dit l'exploitation améliorée des sites d'enfouissement, est un concept émergent qui allie les besoins de l'économie circulaire et la nécessité de rationaliser l'utilisation des terrains dans une optique de développement durable. Ce concept part du principe que l'Europe compte plus de 500 000 décharges, dont la majorité sont des décharges de déchets solides municipaux non sanitaires, dépourvues de technologies environnementales modernes. Outre les effets néfastes de ces dépôts sur l'environnement aux échelles locale, régionale et mondiale, ils forment des friches urbaines et contiennent des quantités importantes de matériaux obsolètes qui pourraient être remis en service dans la société.

Pour prévenir les effets indésirables sur l'environnement et la santé, un certain nombre de ces décharges anciennes devront, tôt ou tard, faire l'objet d'une réhabilitation et d'un suivi approfondis. Or, à l'heure actuelle, l'Europe ne dispose d'aucune stratégie cohérente en ce sens, car la directive européenne en la matière ne s'applique qu'aux nouvelles décharges. Enfin, dans de nombreux pays, les fonds publics disponibles alloués à la gestion de ces anciennes décharges sont insuffisants, ce qui dissuade les acteurs intéressés de faire des efforts.

Pour certaines de ces décharges, l'ELFM pourrait être une alternative plus durable. L'intérêt de ce concept émergent est son approche intégrée, qui associe assainissement, excavation, traitement et valorisation des déchets déposés. Autrement dit, adopter une stratégie de ce type permettrait de réduire le coût de dépollution des décharges mal gérées, de récupérer de précieux terrains urbains et de valoriser de grandes quantités de sources d'énergie et de matériaux dormants.

Dans cette optique, l'ELFM fait appel à des technologies innovantes pour transformer et recycler les ressources extraites en produits de grande valeur tels que des métaux, du gaz de synthèse, du H2 de qualité carburant et des matériaux de construction à faible empreinte carbone.

Malgré le fort potentiel de l'ELFM pour la société, le concept n'est pas encore suffisamment validé sur le plan de sa durabilité et de sa faisabilité, faute d'avoir été adopté par un nombre suffisant de projets. À ce jour, les initiatives les plus concertées en la matière sont le projet « Closing-the-Circle » en Belgique¹ et le réseau de formation « NEW-MINE »². Ce dernier réunit 15 jeunes chercheurs travaillant sur les innovations technologiques tout au long de la chaîne de valeur de l'ELFM. Ils définissent aussi les évaluations multicritères destinées à valider les performances de ces projets encore non conventionnels.

Les conclusions de ces premiers travaux sont prometteuses pour le développement de l'ELFM mais elles font apparaître un certain nombre d'obstacles. Sur le plan de la faisabilité technique, il a été démontré qu'il est tout à fait possible de valoriser et de fabriquer des produits de haute qualité à partir de déchets à l'échelle du laboratoire. Toutefois, à l'échelle industrielle, des investissements supplémentaires seront nécessaires pour améliorer le niveau de maturité technologique de ces processus avant de savoir quels matériaux commercialisables de grande valeur peuvent être récupérés.

De récentes évaluations montrent que le développement de projets ELMF rentables et durables est un véritable défi. Certes, leur faisabilité est validée. Mais il convient de choisir stratégiquement les décharges appropriées pour l'exploitation, de monter des projets soigneusement adaptés et, dans la plupart des cas, d'adapter les politiques en place et les conditions de marché. La rentabilité est particulièrement difficile à atteindre, car la plupart des marchés impliquent une faible demande et une faible volonté de payer pour les ressources secondaires. Ainsi, la récupération des ressources ne peut à elle seule motiver financièrement

1 <https://machiels.com/en/division/europe/environmental-services/landfill-mining-solutions/>

2 <https://new-mine.eu/>

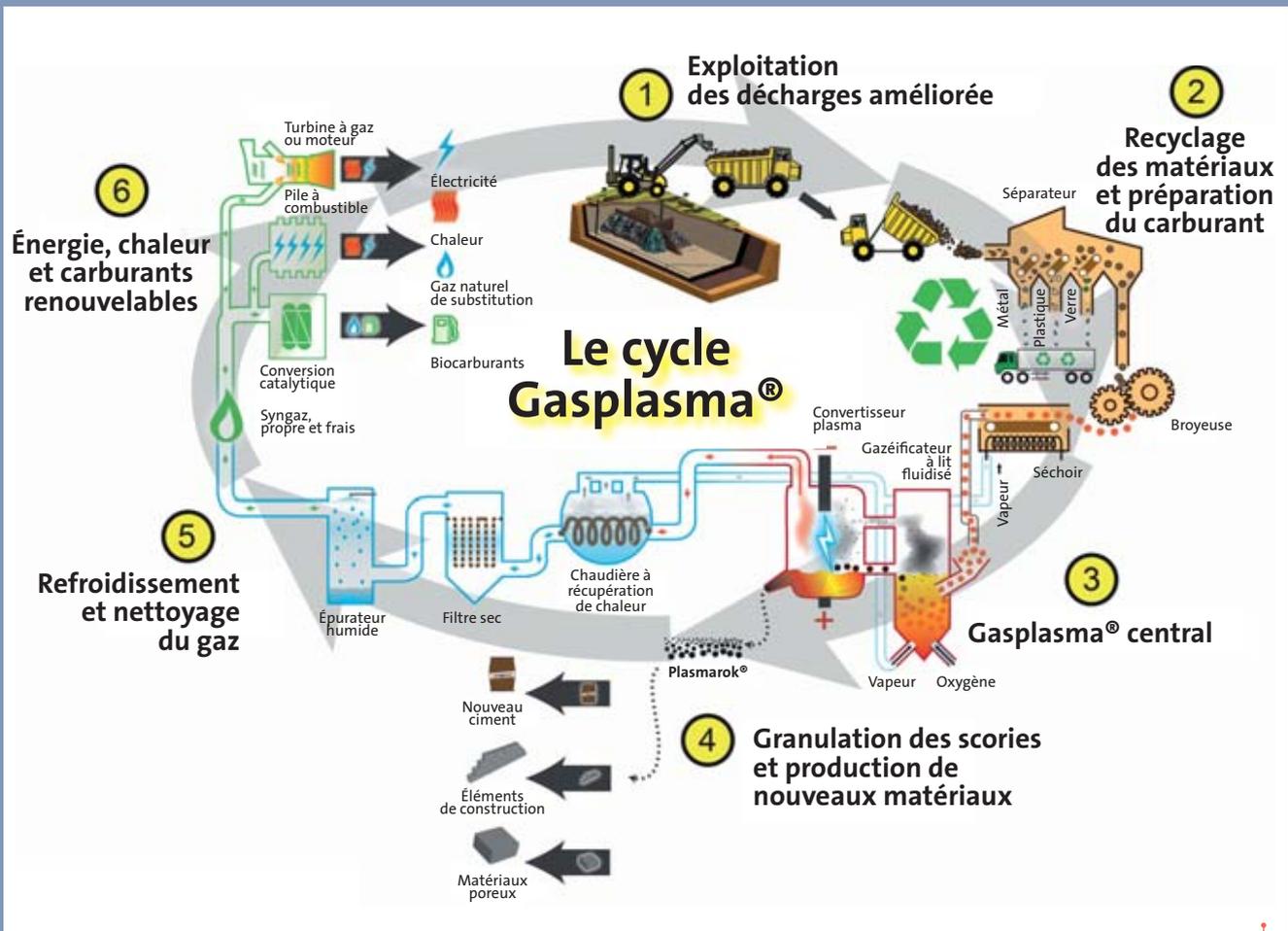


Illustration schématique du concept d'exploitation améliorée d'un site d'enfouissement (ELFM)

l'ELFM. D'autres critères tangibles doivent être mis en avant, comme une économie sur les coûts de modernisation extensifs des décharges ou la possibilité de dégager des revenus via la remise en état de terrains urbains de grande valeur.

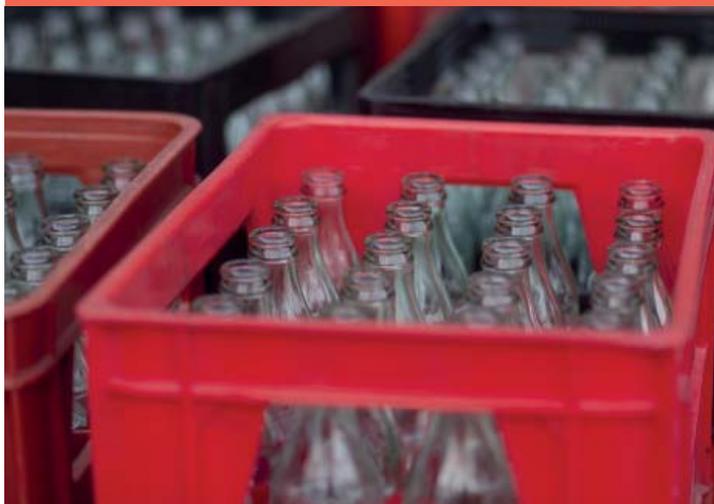
À l'instar d'autres innovations axées sur le développement durable, la réussite de l'ELFM dépendra d'une volonté politique claire. Pour l'instant, en effet, les conditions du marché ne sont pas adaptées à ces pratiques non conventionnelles. La recherche a également mis en évidence plusieurs politiques potentielles

visant à réduire les risques d'investissement pour les acteurs industriels, et à améliorer les performances économiques et environnementales ainsi que l'acceptation de ces projets par le grand public. Toutefois, avant de pouvoir s'interroger sur d'éventuels soutiens politiques, le concept d'ELFM doit être officiellement reconnu et, pour cela, le niveau de connaissances en la matière doit progresser. Au-delà des essais à petite échelle, il est temps de démontrer qu'il existe un réel intérêt à mettre en œuvre ces pratiques à grande échelle.

LA RESPONSABILITÉ ÉLARGIE DES PRODUCTEURS (REP) EN FRANCE

Jacques Vernier

Président de la commission inter-filières de responsabilité élargie du producteur (REP)



Jacques Vernier a consacré toute sa carrière à la défense de l'environnement en France : directeur de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, président de l'ADEME puis de l'INERIS, puis, aujourd'hui, du Conseil Supérieur de la Prévention des Risques Technologiques et de la commission des filières de Responsabilité élargie du producteur en matière de déchets. En tant que député, il fut rapporteur de la loi Barnier, relative au renforcement de la protection de l'environnement, et de la Loi sur l'air au début des années 90.

Les filières de responsabilité élargie du producteur (REP) sont un modèle de gestion des déchets voté en France depuis 1975. La loi indique que producteurs, importateurs et distributeurs peuvent être contraints à contribuer à l'élimination des déchets de leurs produits. Ce n'est qu'en 1992 que cette loi s'applique pour la première fois aux déchets ménagers et le nombre de filières REP ne fait qu'augmenter depuis en France et en Europe. L'efficacité de ces filières est incontestable : en 20 ans le taux de collecte des piles atteint les 80 % alors qu'elles n'étaient pas collectées auparavant.

Grâce à la loi sur l'économie circulaire votée en 2020, ce dispositif se développe encore davantage et vient modifier et renforcer le régime REP avec 10 nouvelles filières. À cela s'ajoute une plus forte incitation à l'éco-modulation, des fonds dédiés à la réparation, au réemploi, à la réutilisation et de nombreuses autres propositions favorables à l'évolution des modes de consommation.

Président de la commission des filières de responsabilité élargie du producteur depuis 2016, vous participez à leur construction et développement en France. Pourriez-vous revenir sur l'émergence de ces modèles de gestion des déchets ?

Jacques Vernier : Le même jour, le 15 juillet 1975, une loi française et une directive européenne consacraient le principe de la responsabilité des producteurs pour la gestion des déchets issus de leurs produits. Tout était dit dans cette loi (ou presque) : « *Il peut être fait obligation aux producteurs, importateurs et distributeurs de ces produits ou des éléments et matériaux entrant dans leur fabrication de pourvoir ou de contribuer à l'élimination des déchets qui en proviennent* ». La rédaction actuelle du code de l'environnement (article L541-10) a à peine changé...

Il aura fallu cependant attendre presque 20 ans (1992), pour que ce principe soit appliqué, pour la première fois, aux emballages ménagers.

Puis, pendant les 28 années suivantes, les filières de responsabilité élargie des producteurs (REP) se sont beaucoup développées en France, puisqu'il y existe aujourd'hui 12 filières obligatoires (et demain 22 !), alors qu'il n'en existait jusqu'à une date récente que 3 dans l'Union européenne. Les 12 filières obligatoires concernent :

1. Les piles et accumulateurs*
2. Les équipements électriques et électroniques* (DEEE)
3. Les véhicules hors d'usage*
4. Les emballages ménagers
5. Les médicaments non utilisés
6. Les pneus
7. Les papiers d'écriture ménagers
8. Les textiles et chaussures
9. Les produits chimiques ménagers
10. Les meubles
11. Les bateaux hors d'usage
12. Les dispositifs médicaux perforants utilisés par les patients en auto-traitement

*Filière européenne

Concrètement, en quoi consistent les mécanismes de REP et quel bilan peut-on en tirer en termes de recyclage et de réduction des déchets ?

J.V. : Le dispositif de REP vise à ce que les producteurs « pourvoient » ou « contribuent » à la gestion des déchets. Concrètement, un producteur peut :

- Soit s'occuper lui-même de ses déchets : c'est un système individuel. C'est très rare !
- Soit transférer cette tâche à un organisme collectif (un « éco-organisme »), auquel il « contribue » (en lui versant une « écocontribution »). Cette « écocontribution » peut être « modulée », en plus ou en moins, selon que le produit créera un

déchet plus ou moins facile à « gérer » : cette « éco-modulation » incite normalement à l'éco-conception des produits mis sur le marché (mais on verra ci-dessous les limites de cette « incitation » ...).

En France les éco-organismes sont des sociétés privées, mais chargées d'une mission d'intérêt général : ils doivent respecter un « cahier des charges » qui leur est imposé par l'État. Dans certaines filières, il y a un seul éco-organisme (emballages, papiers, pneus, bateaux, etc.) mais il peut y en avoir plusieurs (deux pour les déchets électriques, les piles, les meubles, etc.) si les producteurs ont décidé de ne pas mettre « tous leurs œufs dans le même panier » ...

Les éco-organismes peuvent faire appel à des « opérateurs » (de collecte, de transport, de tri, de traitement).

Dans ces cas on dit que la filière est « opérationnelle ».

Mais, pour certains déchets qui sont déjà collectés, voire triés et traités par les collectivités locales, les producteurs ou les éco-organismes, plutôt que de s'occuper eux-mêmes de leurs déchets avec leurs opérateurs, peuvent *utiliser* (et, dans ce cas, *financer*) le système communal en tout ou partie :

- La collecte municipale (puisque'elle ramasse déjà les emballages et les papiers) ;
- Les déchèteries municipales (puisque'elles accueillent déjà des déchets électriques, des meubles, des déchets chimiques ménagers...);
- Les centres de tri municipaux.

On parle alors de filières « financières », l'essentiel pour les producteurs étant de financer les collectivités qui font déjà « le travail ».

Nul ne saurait contester l'efficacité, à vrai dire impressionnante, des REP. Qu'on en juge :

- En 28 ans, le taux de *recyclage** des emballages ménagers est passé de 18 % à 70 %.
- En 13 ans, le taux de *collecte** des déchets électriques et électroniques (les DEEE) ménagers est passé de presque rien à 53 %, et 74 % des déchets ainsi collectés sont recyclés en matériaux nouveaux ou réutilisés.
- En 20 ans, le taux de collecte des piles est passé de presque rien à 49 %, et 80 % des déchets ainsi collectés sont recyclés en matériaux nouveaux.

*Attention ! Les taux affichés par les différentes filières peuvent être trompeurs. En effet, comme on l'a vu ci-dessus, le taux de recyclage ou de valorisation¹ *de ce qui est collecté* est parfois impressionnant (les DEE, les piles, les véhicules hors d'usage, les textiles...). Mais en revanche le taux de *collecte* (par rapport à la quantité de produits mis sur le marché une année donnée) peut être faible : moins de 40 % pour les meubles, environ 50 % on l'a vu ci-dessus pour les piles ou les DEEE, ne parlons pas des véhicules hors d'usage où l'on estime, dans le plus grand flou, qu'entre une voiture sur deux ou une voiture sur trois échappe à la filière légale de ramassage !). En somme :

T (Taux de recyclage effectif) = T^1 (Taux de collecte) x T^2 (Taux de recyclage *de ce qui est collecté*)

1 Pour mémoire, la « valorisation » comprend le « recyclage » matière, ainsi que la valorisation énergétique.



Avec la REP « mégots », les producteurs devront contribuer au nettoyage des villes dès 2021

Quand la filière automobile affiche un taux de recyclage de 87 %, ce n'est qu'un T².

Quand la filière emballages affiche un taux de recyclage de 70 %, c'est un taux effectif T.

Une nouvelle loi sur l'économie circulaire a été adoptée le 10 février 2020. Quelles sont les avancées en matière de REP ?

J.V. : Cette loi a profondément modifié le régime des REP, notamment sur les points suivants :

1. 10 nouvelles REP (article L541-10-1 du code de l'environnement)

Entre 2021 et 2025, 10 nouvelles REP viendront s'ajouter aux 12 REP existantes :

1. Les produits et matériaux de construction
2. Les emballages professionnels*
3. Les jouets
4. Les articles de sport et de loisirs
5. Les articles de bricolage et de jardin
6. Les huiles moteur
7. Les produits du tabac équipés d'embouts en plastique*
8. Les gommes à mâcher synthétiques
9. Les textiles sanitaires à usage unique, y compris les lingettes pré-imbibées*
10. Les engins de pêche contenant du plastique*

* Filières européennes

En outre, le champ de certaines REP existantes sera étendu : par exemple la REP « véhicules » sera étendue aux 2 roues. La REP « mégots » sera la première des nouvelles REP à être créée, dès 2021.

2. Éco-modulations beaucoup plus fortes (article L541-10-3)

Le tableau ci-après montre que l'écocontribution représente parfois une part infime du prix de vente. Jusqu'ici, même si on « modulait » l'écocontribution en la doublant, cela représentait toujours quelque chose d'infime, et donc de peu incitatif à l'éco-conception.

Objet	Eco-contribution	Prix moyen du produit	Pourcentage Contribution/prix
Textiles	0,7 centime d'€	18 €	0,04 %
Smartphone	2 à 4 centimes d'€	280 €	0,007 %
Bouteille d'eau 1,5 L	1 centime d'€	0,62 €	1,6 %
Pneu VL	1,25 €	70 €	1,8 %
Réfrigérateur	20 €	440 €	4,5 %
Lave-linge	10 €	370 €	3,2 %

Montant de l'éco-contribution rapportée au prix du produit (de l'auteur, 2018)

Pour corriger cela, la nouvelle loi a introduit deux modifications majeures :

- L'éco-modulation ne dépendra plus seulement de la difficulté à traiter les déchets (approche dite « fin de vie »), mais de toutes sortes de critères « de performance environnementale » du produit (approche dite « cycle de vie ») : « quantité de matière utilisée, incorporation de matière recyclée, emploi de ressources renouvelables, durabilité, réparabilité, possibilités de réemploi, etc. »
- La modulation, en plus ou en moins, pourra aller désormais au-delà de l'écocontribution payée par le producteur et atteindre jusqu'à 20 % du prix de vente !

► Ces deux modifications viennent de trouver leur première application en 2021 dans la filière des emballages ménagers, où l'éco-modulation permet désormais d'attribuer une prime aux producteurs d'emballages en plastique incorporant de la

matière première recyclée, prime qui peut être supérieure à l'écocontribution payée par ledit producteur !

3. Fonds dédié à la réparation (article L541-10-4)

La loi met l'accent sur la réparabilité de certains produits et prévoit que dans certaines filières REP (par exemple équipements électriques et électroniques, meubles, textiles, jouets, articles de sport et de loisir, articles de bricolage et de jardin), les éco-organismes devront alimenter un fonds dédié au financement de la réparation. Son montant exact n'est cependant pas fixé par la loi.

4. Fonds dédié au réemploi et à la réutilisation

(article L541-10-5)

Réemployer, réutiliser un produit usagé, c'est encore mieux que d'avoir un déchet même si on en recycle les matériaux. C'est pourquoi la nouvelle loi prévoit que dans certaines filières REP (les mêmes qu'à l'alinéa 3 ci-dessus) 5 % du budget des éco-organismes devront alimenter un fonds dédié au financement du réemploi et de la réutilisation.

Par ailleurs les cahiers des charges des éco-organismes pouvaient déjà leur assigner des taux minima de réemploi. Cette disposition était peu appliquée et le sera sans doute beaucoup plus. Au demeurant la loi prévoit spécifiquement pour les emballages que 5 % d'entre eux devront être réemployés d'ici à 2023, et 10 % d'ici à 2027 (article L541-1).

5. Obligation des distributeurs de reprendre certains produits (article L541-10-8)

Les distributeurs d'équipements électriques, électroménagers ou électroniques et de bouteilles de gaz avaient déjà l'obligation de reprendre sans frais les produits usagés. La nouvelle loi prévoit d'étendre cette obligation à d'autres filières : déchets chimiques des ménages, meubles, jouets, articles de sport et de loisirs, articles de bricolage et de jardin.

6. Les « market-places » de vente à distance électronique sont intégrées dans la REP (article L541-10-9)

La loi prévoit désormais que si une organisation sert d'intermédiaire pour vendre le bien d'un tiers, c'est l'organisation qui est astreinte à la REP, sauf si l'organisation prouve que le tiers a déjà rempli ses obligations de REP.

7. Sanctions, notamment en cas de non-atteinte des objectifs (article 541-9-6)

L'un des principaux reproches fait aux REP existantes est qu'il n'y a guère de sanctions lorsque les éco-organismes n'atteignent pas les objectifs qui leur sont assignés dans leur cahier des charges, par exemple des taux minima de collecte, ou de recyclage. La nouvelle loi prévoit que désormais, si un éco-organisme n'atteint pas l'un de ses objectifs, il doit proposer un plan de rattrapage et y consacrer un budget minimum prévu par la loi. Si en fin de compte il ne réalise pas son plan ou en cas d'autres manquements à son cahier des charges, il peut être condamné à une amende significative (10 % de son budget, ce qui peut faire plusieurs millions d'euros !) ou à une astreinte journalière (20 000 € par jour).

Cependant, deux difficultés se profilent à l'horizon :

- Dans les filières dites financières², les éco-organismes ne sont pas à la manœuvre eux-mêmes mais financent les collectivités locales, lesquelles « font le travail ». Certains éco-organismes ont d'ores et déjà affirmé qu'ils ne pouvaient dans ces conditions être tenus comme responsables...

- Les sanctions ci-dessus décrites s'appliquent aux éco-organismes. Mais que se passe-t-il si les producteurs (par exemple dans une nouvelle filière) n'ont pas créé d'éco-organisme ? Le régime de sanctions prévu pour ces producteurs défaillants par la loi ancienne (et non modifié par la nouvelle loi) s'est révélé peu efficace.

8. Plan quinquennal de prévention des déchets demandé aux producteurs (article L541-10-12)

Suivant en cela l'exemple belge, les producteurs seront tenus de présenter, tous les 5 ans, un plan d'éco-conception de leurs produits, de réduction et de meilleure recyclabilité de leurs déchets, de plus grande utilisation de matières premières recyclées, etc. Les producteurs pourront le faire individuellement, ou collectivement, par exemple en demandant à un éco-organisme de le faire pour leur compte.

9. Contrats de gestion des déchets passés par les éco-organismes (article L541-10-6)

L'un des principaux reproches fait au système des REP est que dans les filières dites opérationnelles³ il confère un monopole (ou du moins un oligopole) à un éco-organisme, chargé de gérer les déchets de toute une filière. Cela veut dire que lui, et lui seul, passe tous les contrats avec des opérateurs qui collectent, transportent, trient, recyclent les déchets. Cela lui confère un caractère dominant, dont se plaignent parfois lesdits opérateurs.

La nouvelle loi établit des garde-fous : appels d'offres non discriminatoires, allotissements suscitant la plus large concurrence, traitement à proximité, emploi de personnes en insertion... Elle prévoit notamment que c'est l'éco-organisme (et donc les producteurs) qui supporte les variations de cours des matières premières recyclées, et non l'opérateur de traitement des déchets.

10. Substitution d'un éco-organisme en cas de défaillance d'un autre éco-organisme (article L541-10-7)

On l'a vu ci-dessus, les filières REP contribuent à financer certaines dépenses de gestion des déchets supportées par les collectivités locales⁴. Il est arrivé dans le passé que la défaillance d'un éco-organisme prive les collectivités des ressources correspondantes. La nouvelle loi prévoit que désormais, dans un tel cas, un autre éco-organisme existant pourra être désigné par l'État pour se substituer à l'éco-organisme défaillant.

11. Médiation

En cas de différend entre un éco-organisme et une partie prenante, le « Médiateur des entreprises⁵ » pourra être saisi. Ce système est expérimenté pour 3 ans.

2 Voir ci-dessus la différence entre les filières opérationnelles et les filières financières.

3 Ibidem

4 Ibidem

5 Le Médiateur des entreprises est une institution française qui existe depuis une dizaine d'années, qui propose sa médiation entre des acteurs privés, ou entre des acteurs privés et des acteurs publics.

LES TRANSFERTS DE DÉCHETS ILLÉGAUX : UN APERÇU

Katie Olley

Spécialiste des transferts de déchets,
Agence écossaise pour la protection de l'environnement (SEPA)



Démantèlement de navires sur une plage du Bangladesh en 2014
©ONG Shipbreaking Platform 2014

Katie Olley est spécialiste des transferts de déchets à l'Agence écossaise pour la protection de l'environnement (SEPA). Elle travaille sur le terrain en tant que responsable politique et opérationnelle depuis plus de 20 ans. Elle est responsable du projet phare du réseau IMPEL (Network for the Implementation and Enforcement of European Environmental Law), « *Shipments of Waste Enforcement Actions* » et préside actuellement le réseau ENFORCE de la Convention de Bâle.

Les transferts de déchets dans le monde ont connu des changements fondamentaux au cours des vingt dernières années. Cet article passe en revue ces changements et leurs causes, ainsi qu'un phénomène qui s'accélère : les transferts illégaux vers les pays les moins bien armés pour y faire face. Il aborde également la question des lacunes en matière d'application de la loi et entame une réflexion sur d'éventuelles solutions.

INTRODUCTION

L'ampleur du volume des exportations illégales de déchets est difficile à évaluer. De 2011 à 2020, environ 19 à 22 % des transferts inspectés en Europe enfreignaient le règlement sur les transferts de déchets (selon la série de projets d'action d'IMPEL¹). Ces pourcentages reflètent à la fois le niveau d'activité illicite, mais aussi la capacité des autorités compétentes, qui contrôlent ce commerce, à identifier les transferts de déchets problématiques et à intervenir en conséquence. Les déchets d'équipements électriques et électroniques, de métaux, de plastique et de papier provenant des ménages représentaient 34 % des infractions. Les principales régions de destination des déchets européens, en dehors de l'Europe, sont l'Afrique et l'Asie.

¹ Résultats des inspections SWEAP 2018 – 2020. <https://www.sweap.eu/wp-content/uploads/2020/07/SWEAP-inspection-results-2018-2020-updated.pdf>

LE CONTEXTE

Les transferts de déchets sont une arme à double tranchant. S'ils sont effectués correctement, c'est-à-dire dans le respect de l'environnement, ils peuvent fournir des ressources à des secteurs qui en ont besoin. En revanche, un traitement des déchets inadéquat peut causer de graves dommages à l'environnement et à la santé humaine. Ce phénomène est bien documenté depuis plusieurs décennies. Selon l'Organisation mondiale de la santé, « les preuves scientifiques disponibles sur les effets sanitaires liés aux déchets ne sont pas concluantes, mais suggèrent l'apparition possible d'effets néfastes graves, notamment la mortalité, le cancer, la santé reproductive et des effets moins notables affectant le bien-être »². Si le traitement des déchets est inadéquat, il peut aussi avoir des effets indirects, quand les toxines nocives s'accumulent dans les écosystèmes, les cultures agricoles, le bétail et finalement les humains³. La Convention de Bâle (1992) sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination a été établie suite à certains cas fortement médiatisés de contamination de populations et de leurs environnements.

DES TRANSFERTS DE DÉCHETS EN HAUSSE VERS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

Différents facteurs ont entraîné l'augmentation rapide des transferts mondiaux de déchets, principalement vers les pays en développement : des objectifs de recyclage de plus en plus exigeants de la part des gouvernements, l'interdiction de la mise en décharge, l'augmentation des taxes sur les décharges dans les pays développés et la conteneurisation. Les pays destinataires sont choisis pour le faible coût de leur main-d'œuvre et leurs normes environnementales plus laxistes. Le phénomène est particulièrement visible sur les plages du sous-continent indien où sont démantelés les navires.

Dans certains de ces pays, le secteur informel de la gestion des déchets est immense. En 2015, 857 entreprises de recyclage étaient officiellement autorisées par les autorités chinoises à effectuer le recyclage des déchets plastiques importés. Mais il existait, en parallèle, des milliers de sites de recyclage informels, donc non réglementés⁴. Il s'agit généralement de sites à forte densité de main-d'œuvre utilisant des équipements rudimentaires, régis par des normes de sécurité insuffisantes. Les résidus de recyclage y sont bien souvent mis en décharge ou brûlés à ciel ouvert, libérant ainsi des composés nocifs tels que des furanes, des dioxines et du monoxyde de carbone dans l'atmosphère, et contaminant les eaux usées.

Prenons le cas des déchets plastiques. En raison de leur faible valeur, de l'absence d'industries dans la plupart des pays développés qui produisent des biens en plastique et des « coûts d'évitement » d'un traitement adéquat, il est tentant pour les courtiers en déchets les moins consciencieux de se tourner vers

l'exportation illégale. Autre problème : les déchets hautement contaminés sont souvent transférés de manière frauduleuse, et accompagnés de documents douteux (formulaires de douane falsifiés, surfacturation, sous-facturation, déclarations de revenus erronées...). Il arrive aussi que les déchets soient cachés derrière des matériaux de bonne qualité dans les conteneurs, ou que leur destination finale ne soit pas révélée aux autorités.

Depuis 2010, la Chine met en place une politique d'importation de déchets plus sélective, d'une part pour renforcer son activité à l'échelle nationale (collecte et recyclage), d'autre part pour limiter l'entrée des déchets de mauvaise qualité depuis les États-Unis et de nombreux pays européens. En 2017, la Chine a annoncé une nouvelle politique d'importation interdisant définitivement l'importation de nombreux recyclats⁵. Depuis 2017, le nombre de chargements illégaux de déchets européens destinés directement à la Chine a diminué. Jusqu'alors, ces envois étaient, pour la plupart, des déchets ménagers. Désormais, les flux de déchets les plus fréquemment arrêtés par les autorités européennes compétentes à destination de la Chine sont les métaux et le plastique². Depuis l'introduction des restrictions à l'importation par la Chine en 2018, les réseaux illicites se sont tournés vers ses voisins, selon un schéma classique.

DES LOIS DIFFICILES À FAIRE RESPECTER

Dans tous les pays, le temps disponible pour l'exécutif et le parlement est soumis à des pressions diverses. Il n'est donc guère surprenant que la législation visant à mettre en œuvre les dispositions de la Convention de Bâle et à conférer des pouvoirs à leurs organismes de réglementation nationaux descende tout en bas de l'échelle des priorités. Par ailleurs, dans les cas où sa mise en œuvre a été relativement rapide (comme dans l'Union européenne), les organismes de réglementation n'ont pas forcément les moyens de lutter contre les transferts illégaux. La plupart des autorités manquent, par exemple, des fonds nécessaires pour contrôler les chargements. Le règlement européen (CE) n° 1013/2006 sur les transferts de déchets impose aux États membres de fixer les sanctions et les amendes appropriées. Il peut cependant être très difficile de convaincre un procureur de se saisir de ce type d'affaire car peu de pays disposent de juridictions spécialisées dans les délits environnementaux - l'Angleterre, les Pays-Bas, la Suède et bientôt la France étant de rares exceptions. Ainsi, le nombre d'infractions à la législation sur les transferts de déchets portées devant les tribunaux est faible⁶ et le niveau des sanctions effectives peut être très variable⁷.

Par ailleurs, la réglementation des activités liées aux déchets est parfois répartie entre plusieurs organismes nationaux, l'un se chargeant des transferts eux-mêmes, l'autre des autorisations de gestion des déchets. Ce cloisonnement des tâches complique le suivi des transferts de déchets de A à Z, notamment face à des « touristes des déchets », c'est-à-dire des entités qui séjournent dans un pays exportateur pendant seulement quelques mois ou le temps d'effectuer quelques transferts, pour

2 2016, Organisation mondiale de la santé. Déchets et santé humaine : bases factuelles et besoins. Rapport sur la consultation de l'OMS du 5 au 6 novembre 2015 à Bonn, Allemagne

3 2012, OIT. The global impact of e-waste : Addressing the challenge. Organisation internationale du Travail. Consulté le 11 décembre 2020. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/publication/wcms_196105.pdf

4 2017, GRID-Adrenal. The Trade in Plastic Waste. Consulté le 18 décembre 2020 : <https://www.grida.no/publications/333>

5 2017, Ministère chinois de la protection environnementale, « Announcement of releasing the Catalogues of Imported Wastes Management », (annonce n° 39, 2017) ; www.mep.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201708/t20170817_419811.htm?COLLCC=3069001657&

6 2018, Gillan, L. et Olley, K. IMPEL-TFS Enforcement Actions, Rapport de projet sur l'application de la réglementation européenne en matière de transfert des déchets en 2016 – 2017.

7 2015, Geeraerts, K., Illes, A. et Schweizer. Illegal shipment of e-waste from the EU: A case study on illegal e-waste export from the EU to China. Étude compilée dans le cadre du projet EFFACE. Londres : IEEP



Données d'inspection du Shipments of Waste Enforcement Actions Project (SWEAP) de 2018 à 2020.

finalment envoyer les déchets dans leur propre pays. Cette situation, propre au commerce des déchets d'équipements électriques et électroniques, se constate depuis plus de quinze ans dans les pays d'Afrique de l'Ouest.

Les inspecteurs des transferts de déchets peuvent se voir confier des tâches supplémentaires, relevant notamment de la réglementation sur les produits chimiques ou sur la responsabilité des producteurs. De l'extérieur, il peut sembler très simple de distinguer ce qui est légal et ce qui ne l'est pas, mais il existe des lacunes à la réglementation et de nombreuses « zones grises », notamment quand les agents se voient présenter une documentation incomplète ou qu'ils inspectent un conteneur où se trouvent des équipements électroniques usagés, visiblement trop anciens pour être remis sur le marché de manière réaliste. Les priorités des organisations évoluent en fonction des ressources, de la volonté politique et, indéniablement, de la pression des médias. C'est justement cette dernière qui a entraîné une modification en profondeur des contrôles sur les transferts de matières plastiques, qui entre en vigueur le 1^{er} janvier 2021.

Le commerce mondial des recyclats de déchets ménagers fait intervenir de nombreux acteurs : entreprises de recyclage, négociants en déchets, revendeurs et transporteurs. Ce morcellement complique la traçabilité et le contrôle des déchets par les agents chargés des enquêtes. Les conteneurs se déplacent souvent de l'Europe occidentale vers l'Europe orientale, via tout un réseau d'opérateurs de transport. La coopération avec les autres entités veillant à l'application de la réglementation aux frontières nationales peut également faire défaut. Au sein de l'UE, la coopération avec les autorités douanières est relativement élevée, 81 % des autorités compétentes en matière d'environnement ayant des accords



Données sur les infractions de 2018 à 2020 (SWEAP).

de travail formels ou informels avec les douanes⁵. Cela laisse tout de même une proportion non négligeable d'autorités européennes qui ne bénéficie pas de ce soutien de leurs douanes nationales, et la situation est encore plus critique en dehors de l'Europe. C'est pourquoi le commerce illicite de déchets est une

activité peu risquée, ce qui incite les intéressés à déplacer de gros volumes pour retirer un maximum de profit.

Bien que les opérations fondées sur le renseignement soient à la mode et que les réseaux de police les vantent à juste titre, toutes les autorités environnementales ne disposent pas de personnel dans le domaine du renseignement. Dans une enquête menée par IMPEL (Network for the Implementation and Enforcement of European Environmental Law), seules 44 % des agences européennes avaient accès à des systèmes de renseignement⁸.

La criminalité liée aux transferts de déchets est, par nature, transnationale. Par chance, les régulateurs environnementaux sont généralement enclins à collaborer avec enthousiasme avec leurs homologues. Toutefois, les circonstances ne sont pas toujours simples : ils travaillent sur des fuseaux horaires différents, ce qui peut compliquer les échanges ; en outre, dans les pays en développement, certaines organisations ne disposent pas d'infrastructure informatique et leurs collaborateurs sont contraints d'utiliser des adresses électroniques personnelles. Ces aspects peuvent s'apparenter à des détails, mais ils compliquent considérablement, voire empêchent dans certains cas, les échanges d'informations.

Il y a enfin la pratique du « cabotage », par laquelle les expéditeurs de déchets évitent les plateformes de transport fréquemment inspectées et optent pour des ports ou des itinéraires moins réglementés. La criminalité dans ce domaine n'est jamais à court de ressources.

FAIRE APPLIQUER LA LOI À L'AVENIR

Alors, comment améliorer la situation ? Dans l'UE, les modifications apportées en 2014 au règlement sur le transfert des déchets (WSR) ont permis de résoudre certains problèmes fondamentaux pour les régulateurs européens, à savoir le renversement de la charge de la preuve sur les expéditeurs de déchets et l'obligation, pour chaque pays, de disposer d'un plan d'inspection. Toutefois, il ne sera pas possible de faire appliquer la loi si la chaîne réglementaire comporte trop de lacunes. Le WSR fait actuellement l'objet d'une révision quinquennale et les rapports sur les plans d'inspection font partie des questions abordées.

Il reste du travail pour améliorer la cohérence des rapports sur les résultats des inspections. Le Secrétariat de la Convention de Bâle s'efforce chaque année de compiler des statistiques fiables. Des moyens de rationaliser les rapports ont été évoqués, mais cette tâche restera difficile pour les pays où les contrôles sont effectués par de nombreux organismes de réglementation. Dans le cadre du projet *Shipments of Waste Enforcement Actions* d'IMPEL⁸, qui s'étend de 2018 à 2023, les agents des différents pays européens communiqueront les mêmes données détaillées lors des inspections. Il sera également possible de faire remonter aux autorités des informations sur les transferts illégaux et les itinéraires sensibles à l'aide de données en temps réel. Il est à espérer que cette initiative permettra aux agents de gagner un temps précieux. Les données seront également plus robustes

et les données de haut niveau (non nominales) plus facilement accessibles aux entités décisionnaires. Europol aura accès aux données nominales et sera en mesure d'aider les autorités dans le cadre d'opérations conjointes voire, le cas échéant, de combler les lacunes des régulateurs environnementaux qui ne disposent pas de leurs propres systèmes de renseignement.

De nombreux outils réglementaires sont en cours d'élaboration dans le cadre de différents projets européens et financés par les Nations unies. Par exemple, le projet WasteForce entend fournir aux procureurs une formation et des conseils. La difficulté sera d'intégrer ces méthodes de travail et de maintenir la coopération. Les responsables de la réglementation environnementale pourraient par exemple coopérer davantage avec les douanes, la police et les autres instances réglementaires. Par ailleurs, des accords officiels sur les niveaux de service pourraient être envisagés. Il convient aussi de continuer à sensibiliser l'opinion sur la menace que constitue la criminalité liée aux déchets, pour la sécurité, les personnes et l'environnement. Une solution pourrait être de partager des informations sur les délits apparentés, comme la fraude fiscale à grande échelle ou l'évasion fiscale.

La participation d'organismes internationaux existants, comme l'Office des Nations unies contre la drogue et le crime (ONUDC) et l'Organisation mondiale des douanes (OMD) est très appréciée et doit se poursuivre. L'OMD redouble d'efforts pour contribuer à l'application des dispositions de la Convention de Bâle, ayant récemment rejoint le réseau ENFORCE de la Convention de Bâle et menant son opération Demeters, les deux se concentrant conjointement sur les mouvements transfrontaliers de déchets dangereux.

La collaboration entre les différentes régions du monde fonctionne généralement bien quand des agents engagés sont en place. La vérification des sites de destination est un impératif pour les pays exportateurs, et les canaux de communication doivent être aussi efficaces que possible. Il arrive souvent que les pays destinataires ignorent ou n'osent pas invoquer l'« obligation de rapatriement », selon laquelle une cargaison illégale doit être renvoyée dans son pays d'origine. Pourtant, la généralisation de cette pratique pourrait avoir un effet dissuasif sur les contrevenants et aiderait les responsables des contrôles à remplir leur « devoir de diligence » sur les opérations de traitement en aval. Une application renforcée de la loi à l'échelle des régions et des sous-régions du monde doit être envisagée, par exemple en rétablissant certains réseaux, comme le Regional Enforcement Network for Chemicals and Waste dans la région Asie-Pacifique. Celui-ci a fait ses preuves en matière d'application de la loi sur les produits chimiques et les déchets, notamment en partageant des bonnes pratiques.

Le fait d'évaluer clairement l'ampleur, les itinéraires et la dangerosité des déchets concernés pourrait contribuer à renforcer la pression politique. C'est précisément dans cette optique que l'accent a été mis, récemment, sur le commerce illégal de déchets plastiques. Il devient impératif, pour faire respecter les lois sur les transferts de déchets, de renforcer les cadres législatifs et les organismes de réglementation nationaux. Pour l'heure, il reste encore du chemin à parcourir.

⁸ <https://sweap.eu> Le projet SWEAP (*Shipments of Waste Enforcement Actions Project*) est cofinancé par le fonds LIFE de la Commission européenne et coordonné par le réseau IMPEL. L'objectif général du projet est de soutenir l'économie circulaire en perturbant le commerce illégal des déchets au niveau de l'UE.

L'AFRIQUE CIRCULAIRE : UN MODÈLE POUR TOUS ?

Alexandre Lemille

Co-fondateur de l'ACEN, Réseau Africain de l'Économie Circulaire



©Wayne Visser- Barloworld Caterpillar.

Alexandre Lemille a co-fondé le Réseau Africain de l'Économie Circulaire (ACEN, www.acen.africa) en 2016 avec des experts sud-africains. Le Réseau ACEN est désormais actif dans 33 pays africains dans lesquels plus de cent experts aident à construire une vision de la circularité africaine.

En parallèle, Alexandre engage les débats sur la nécessité de ne jamais dissocier circularité et justice sociale au travers de son concept, la Sphère Humaine Circulaire (#CircHumansphere), et met en avant le lien vital entre économie circulaire et développement humain (publication : Elsevier Academic Journal). Il donne des cours en économie circulaire et équitable dans diverses écoles à l'international.

Alexandre est titulaire d'une Maîtrise en Administration des Affaires (MBA, Boston, USA, 2011).

Aujourd'hui, le continent africain est face à un choix clé : profiter de la fenêtre d'opportunité qui s'offre à lui de s'engager sur le modèle d'une économie circulaire, mieux ! - circulaire et équitable -, ou répliquer les modèles de croissance qui ont fait le succès passé des Amériques, de l'Europe et de l'Asie. Ce choix, seule l'Afrique peut le faire et en tirer profit.

La Banque Africaine de Développement (BAD), l'Alliance Africaine de l'Économie Circulaire (ACEA) et le Réseau Africain de l'Économie Circulaire (ACEN) l'ont bien compris et travaillent de concert afin de créer un écosystème qui fera émerger ce modèle que les Africains ne connaissent que trop bien. Il s'agit désormais de mettre en place les fondements d'un cadre professionnel de résilience extrême afin d'adapter l'économie aux enjeux climatiques et sociétaux qui toucheront le continent en premier lieu.

L'Afrique devra montrer le chemin, et ce, dans un contexte mondial de raréfaction des ressources et de changement climatique qui générera des conditions de vie encore plus difficiles.

INTRODUCTION

L'Afrique, comme partout ailleurs, étudie le nouveau modèle de l'économie circulaire. Une économie de la collaboration et de l'adaptation aux contraintes sociétales, économiques et environnementales. Mais est-ce bien nouveau en Afrique, ce continent qui a toujours connu toutes sortes de contraintes et qui a su innover tout au long de son histoire afin d'améliorer le quotidien de ses concitoyens ?

L'Afrique est aujourd'hui à un tournant que personne ne peut nier. Comme l'Inde des années 90, voire la Chine de la décennie précédente, le compte à rebours de la croissance économique est enclenché. De l'Éthiopie au Ghana, les taux de croissance font pâlir les anciennes économies. Mais est-ce vraiment vers cette course effrénée à la croissance que l'Afrique doit se diriger ? Autrement dit, vers un modèle économique qui a déstabilisé les marchés mondiaux, un modèle de croissance gourmand en énergie et à l'origine de l'épuisement des ressources fossiles ? Ces questions sont de taille pour un continent où plus de la moitié de la population est très jeune.

Alors que le continent connaît un ralentissement économique dû au COVID-19, il est le seul aujourd'hui à pouvoir créer un modèle de progrès humain sur les fondations d'une économie prenant en compte les enjeux systémiques, à savoir une économie de la résilience, et ce, dès sa phase originelle d'industrialisation.

REMANUFACTURATION ET RÉPARABILITÉ : DES MODÈLES D'AVENIR POUR L'INDUSTRIE AFRICAINE

Bien souvent assimilée à l'économie de la survie – celle qui a fait souffrir tant d'Africains, aujourd'hui encore dans les secteurs informels du recyclage et de la débrouille – l'économie circulaire a pour objectif de nous porter au-delà du recyclage vers un modèle qui va chercher à le limiter le plus possible.

L'économie circulaire perçoit le marché d'échanges des ressources selon deux dimensions, celle des nutriments (ou ressources) techniques, nos équipements à base de métaux et non-métaux, et celle des nutriments biologiques, à savoir les matières provenant de nos écosystèmes naturels. Grâce à des modèles d'affaires innovants, ceux-ci peuvent faire circuler ces ressources le plus longtemps possible dans nos cercles d'échanges, tout en les rendant économiquement viables. L'objectif ultime étant de ne générer ni pollution ni déchet, et ce, avec un apport minimal en énergie. Les leaders du continent doivent s'inspirer de cette approche pour adapter les fondements des principes circulaires dans des économies où l'empreinte environnementale - bien qu'en forte croissance - reste la plus faible au monde.

Il s'agit, par exemple, de bâtir des infrastructures qui, dès le départ, sont conçues de manière modulaire. Cela permettra l'adaptation à des besoins futurs dans les cycles de vie ultérieurs.

Mais cela demande une volonté forte de changer nos pratiques actuelles. Au lieu de créer un réseau d'usines de fabrication de biens de consommation qui inonderait le monde de produits fabriqués en Afrique, il s'agit ici de créer un entrelacement de remanufactures répondant aux besoins régionaux des marchés africains, et au-delà. Alors que les usines d'aujourd'hui fonctionnent sur la base d'un accès infini à des matières vierges, la remanufacturation - ou refabrication - consiste à faire des objets neufs à partir de matériaux non-vierges, c'est-à-dire, déjà extraits des sous-sols. Il s'agit de réorienter les flux de matières déjà extraits vers nos usines, dans le but de diminuer l'impact de l'activité minière et d'éviter l'amoncellement de matériaux encore utilisables dans les déchetteries africaines. L'avantage de la remanufacturation est triple : la réutilisation de larges volumes de matériaux durables avant leur fin de vie, l'évitement de la création de déchets et de pollution et la création d'emplois visant à prolonger la ou les vie(s) de ces produits. En effet, d'après W. Stahel, un des pionniers de l'économie circulaire contemporaine, cette approche utilise beaucoup moins d'énergie et crée beaucoup plus de main d'œuvre que lorsqu'on produit de façon conventionnelle. Il a introduit la métrique du rapport main-d'œuvre/poids, ou heures-homme par kilogramme (mh/kg) pour mesurer la création d'emplois par rapport à la consommation de ressources, ce qui lui a permis de constater que le rapport heures-homme par kilo de ressources utilisées pour un moteur de voiture remis à neuf – par rapport au mh/kg pour la fabrication du même moteur à partir de matériaux vierges – est de 270: 1.

L'avantage de la remanufacturation est triple : la réutilisation de larges volumes de matériaux durables avant leur fin de vie, l'évitement de la création de déchets et de pollution et la création d'emplois visant à prolonger la ou les vie(s) de ces produits

L'impact sur l'emploi est énorme, et c'est l'opportunité de l'Afrique de demain : devenir le hub de la remanufacturation, un hub pas forcément 'mondial', tout au moins régional qui inclurait l'Europe et le Moyen-Orient, et ce, tant que les transports restent polluants (évitement des risques futurs de taxation carbone).

Dans une stratégie de la maintenance, de la réparation, du reconditionnement et de la remanufacture, l'emploi – a fortiori au sein d'économies avec des populations jeunes – devient essentiel à la résilience d'un tel modèle. Et d'ailleurs, l'une des références mondiales de la refabrication se trouve en Afrique : l'usine de Barloworld Caterpillar dont un tiers est dédié au remodelage de pièces de chantier remises à neuf (comme expliqué dans le documentaire « Closing the Loop » de Wayne Visser, professeur à la Antwerp Management School de l'université d'Anvers).

L'autre grande opportunité pour l'Afrique est celle de l'allongement de la durée de vie des produits et de leurs composants via leur réparabilité et leur durabilité. La réparabilité présente deux opportunités économiques : remettre au plus vite dans le cycle d'échanges des objets fonctionnels, tout en créant des emplois. Quant à la durabilité, il s'agit de concevoir des produits modulaires, dont les composants sont accessibles – idéalement en open-source –, et évolutifs. C'est sur cette professionnalisation de la réparabilité que l'Afrique doit miser ! Pour illustrer

ce propos, le smartphone de type Fairphone offre un exemple de produit particulièrement vertueux, et que tous les pays – au-delà de l'Afrique – devraient attirer chez eux. Celui-ci est non seulement circulaire mais de type II, c'est-à-dire ouvert ou en open source. Le Fairphone est un smartphone 4G d'apparence et dont les performances sont comparables aux autres téléphones de cette gamme. La grande innovation réside dans son accessibilité et dans son ouverture à l'évolution, à savoir, l'accessibilité sans limite de l'ensemble de ces composants. Dévissables, ses composants peuvent être réintégrés dans l'économie. L'accessibilité des composants facilite la réparation et l'accès. Cela peut avoir deux conséquences immédiates : la création de services poussés dans les domaines de l'entretien, de la réparation voire l'évolution des objets, et ce, localement, mais aussi la sécurité de l'accès à certains métaux devenus rares pour les gouvernements qui n'en disposent pas. L'impact sur l'emploi et sur les stocks de matériaux serait considérable si tous les objets et leurs composants devenaient accessibles dans les marchés où ils circulent.

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE COMME LEVIER D'INNOVATION EN AFRIQUE

L'économie circulaire consiste à percevoir l'abondance. Il s'agit ici de passer du paradigme actuel de l'abondance quantitative de réserves dans une planète sans limite à celui de l'abondance qualitative créée via des flux de matières. Dans une économie circulaire, le recyclage doit rester limité, même si nous en



©Noël Nguessan - Lono CI

avons besoin pour les générations à venir. En effet, le recyclage est principalement un concept linéaire basé sur la création de déchets qu'il faut ensuite revaloriser. D'un point de vue circulaire, le déchet doit être limité grâce à la mise en place de stratégies holistiques favorisant la durabilité des objets, et donc leurs usages divers dans de futurs cycles de vie. C'est au moment même de la phase de conception de l'objet que celui-ci doit être pensé en tant que service à la demande, à la fonction, en partage, en constante évolution, voire en y ajoutant continuellement de nouvelles fonctionnalités. Nous sommes ici très loin de la pensée du recyclage où une bouteille en verre déjà façonnée, représentant des investissements en temps, en énergie, en travail humain, est bien souvent détruite pour être refaçonée à l'identique. Trop d'énergie consommée inutilement, trop d'investissements qui auraient pu être dédiés à d'autres solutions, trop de temps en main d'œuvre mobilisé. La circularité s'inspire des cycles naturels dans lesquels les énergies et les flux de matières sont échangés constamment, évoluent sans cesse en s'adaptant à leur nouveau contexte. Ici, l'option utilisant le moins d'énergie est souvent privilégiée. Le recyclage n'est donc pas la meilleure solution.

C'est comme cela que des entreprises africaines comme Agriprotein en Afrique du Sud ont vu le jour. Influencé par les préceptes de la permaculture inculqués aux élèves de la Ferme du Songhaï au Bénin depuis des décennies, Agriprotein a compris que l'opportunité résidait dans la réplique des cycles naturels dans les milieux de vie humains. En pondant leurs larves sur des déchets alimentaires, les mouches 'Soldats' permettent à ces larves de s'alimenter. En grossissant jusqu'à deux cent fois leur taille initiale, une fois séchées, elles deviennent l'aliment de base pour nombre d'animaux, mais leur huile est aussi utilisée comme biocarburant ou comme huile d'alimentation, le tout en diminuant l'impact des déchets alimentaires humains. En recréant le cycle naturel de la protéine animale, Agriprotein fournit une solution pérenne à un marché dont le potentiel économique est estimé à un

trillion de dollars, mais surtout nourrit les animaux de façon naturelle tout en répondant à la problématique des déchets alimentaires humains. Aujourd'hui, Agriprotein fait partie de l'Insect Technology Group (ITG), une holding comprenant des sociétés de premier plan au niveau mondial, notamment Circular Organics, MultiCycle Technologies et ITG Bio-polymers. Le Time Magazine a inclus AgriProtein sur sa liste « Genius 50 » des entreprises qui construisent l'avenir.

Mais il n'est pas nécessaire de diriger une holding pour mettre en place une entreprise circulaire en Afrique. De nombreuses start-ups fleurissent un peu partout dans la régénération des sols, préservant leur fertilité grâce à une meilleure compréhension et adaptation aux cycles biologiques. C'est ce qu'ont compris la dirigeante d'Ecofertile au Maroc et les co-fondateurs de Lono CI en Côte d'Ivoire où le compost et les produits biologiques sont devenus l'or vert de l'Afrique de demain. En devenant ambassadrices de la préservation des sols et du respect des cycles biologiques, ces entreprises nouvelle génération misent sur l'authenticité de leur approche pour garantir une plus grande résilience des systèmes agricoles de demain.

Il existe aujourd'hui plus de deux cents hubs d'innovation et d'incubation d'entreprises en Afrique que le Réseau Africain de l'Economie Circulaire (ACEN) a identifiés. Via ces hubs, de nombreuses start-ups circulaires ont vu le jour. Et ce ne sont pas les exemples qui manquent. Hello Tractor au Nigeria permet à des centaines d'agriculteurs d'accéder à du matériel agricole partagé. Toujours au Nigéria, la plateforme internationale PACE (Platform to Accelerate Circular Economy) a investi dans la récupération des matériaux précieux contenus dans l'électronique, à l'issue de leur phase d'usage, pour leur réutilisation dans des processus de production locaux ; mais aussi dans la manipulation en toute sécurité des composants dangereux inclus dans les déchets électroniques ; et enfin, vise à renforcer les conditions propices à un système autonome de législation sur la responsabilité élargie des producteurs pour le



©AgroBootCamp

secteur de l'électronique. Au Ghana, la plateforme Agbogloboshie Marketspace (AMP) crée de la valeur à partir des déchets électroniques en leur donnant une seconde vie. Le Rwanda, particulièrement précurseur, investit quant à lui cinq milliards de dollars dans un projet de ville « zéro déchet » : Wakanda va s'étendre sur 620 hectares sans générer de déchets. En Côte d'Ivoire et au Ghana, Coliba a développé une application mobile permettant aux municipalités d'identifier la valeur des déchets et de les monétiser. En Zambie, ICLEI Africa, partenaire du Réseau ACEN, met en œuvre un ambitieux programme de compostage à Lilongwe. Au Maroc, Fertidev travaille sur le développement de solutions biotechnologiques 100 % marocaines, optimisées et adaptées à un écosystème et à une biodiversité marocaine afin d'assurer une valeur ajoutée aux produits agricoles, ainsi qu'une protection de l'agriculteur, du consommateur et de l'environnement. L'Éthiopie, pour sa part, a lancé un programme national de régénération de son agriculture. Parallèlement, l'entreprise sociale Djouman organise des « AgroBootCamp » en permaculture dans toute l'Afrique de l'Ouest. Enfin, le biomimétisme bat son plein pour régénérer la rivière Berg en Afrique du Sud, rivière irriguant les plantations viticoles. Enfin, au Nigéria, le biomimétisme est au cœur de la création du quartier « Abuja Centenary », superposant les flux techniques et les flux biologiques dans une symbiose parfaite.

L'Afrique regorge d'innovations inspirantes !

DE NOUVEAUX CADRES POUR UNE RÉVOLUTION CIRCULAIRE

Cependant, tout cela n'est que la pointe de l'iceberg.

Le continent a commencé sa reconversion circulaire. Pour cela, il se dote d'acteurs, d'organismes internationaux, de programmes d'incubation et avant tout d'un cadre légal qui permettra à la circularité de prendre son envol. Dès le mois de mai 2017, en collaboration avec l'Union Européenne et le Réseau ACEN, les gouvernements du Nigéria, du Rwanda et de l'Afrique du Sud ont

signé un accord de coopération relatif à l'économie circulaire. Connue sous le nom de l'Alliance Africaine de l'Économie Circulaire (ACEA), elle accueille désormais de nombreux pays de l'Afrique de l'Ouest, du Nord et de l'Afrique Australe qui se sont engagés à faire passer des lois permettant de créer un cadre bénéfique à un modèle économique préservant les ressources tout en diminuant ses émissions de carbone. L'ACEA siège au sein de la Banque Africaine de Développement à Abidjan et est en dialogue permanent avec les parties prenantes mettant en place ces lois et réglementations. En parallèle, la Banque Africaine de Développement (BAD) a créé un programme, l'African Circular Economy Facility (ACEF) – en partenariat avec le gouvernement Finlandais -, visant à aider les gouvernements les moins avancés dans la mise en place d'outils réglementaires et d'incitation à la circularité. Avec le programme ACEF, la BAD a aussi l'intention d'aider les milieux d'affaires, petits et grands, en les accompagnant via des programmes d'incubation et de promotion de l'économie circulaire, et ce, dans le but d'accélérer la transition.

Enfin, le Réseau ACEN leur fournit un support technique de terrain en identifiant les acteurs économiques et les entreprises innovantes en économie circulaire, tout en partageant les connaissances au plus grand nombre d'entre eux.

CONCLUSION

Et si nous étions encore plus audacieux ? Et si l'Afrique nous montrait le chemin d'une économie non seulement circulaire mais aussi équitable ?

Le continent dispose d'un peuple jeune et dynamique, de faibles infrastructures ayant encore des effets limités sur la biosphère, d'une empreinte écologique par habitant la plus faible de la planète, et d'une société collaborative. Le partage, la survie face aux multiples défis des sociétés africaines ont fait du continent l'un des plus innovants. L'une des seules entreprises en télécommunications à avoir su s'adapter aux besoins sociétaux des citoyens (l'entreprise Celtel International fondée par Mo Ibrahim) a été à l'origine d'innovations sociales qui ont aidé l'Afrique à communiquer et à se réinventer. On peut citer par exemple le « Street Payphone », ce téléphone portable en mode pré-payé ou post-payé distribué via les vendeurs de rue et géré par des femmes nourrissant leur famille grâce au salaire versé, en passant par les zones de « roaming » gratuit commun à plus de dix pays. Ces innovations ont été adaptées aux besoins des citoyens et à leur mode de vie collaboratif. Considérée comme un modèle enviable en Europe, l'Afrique pourrait se spécialiser dans les services d'innovation collaborative pour développer des modèles d'affaires encore trop méconnus ici.

L'Afrique est à la croisée des chemins : celle où économie linéaire et économie de la régénération se croisent. Ce choix, c'est à elle de le faire. Elle a la possibilité de le faire sans avoir à décarboner son économie de façon drastique. L'avènement de ce modèle vertueux et créateur d'emplois est sans hésitation sa plus belle opportunité.