

Introduction



Corinne Le CAIGNEC (P90)

Directeur Environnement Climat
Club MEDD

Aujourd'hui, pas un jour sans qu'une nouvelle publication, un nouveau colloque, n'aborde le sujet de l'économie circulaire. Derrière ce mot d'ordre, le souhait d'une mobilisation, d'un principe d'organisation, voire d'un horizon de société derrière lequel individus, entreprises, acteurs publics semblent prêts à se ranger.

Le constat est simple : la planète s'essouffle à absorber les effets de l'activité humaine, avec un déséquilibre grandissant entre les besoins croissants de la population mondiale, des ressources planétaires finies, et des impacts environnementaux et climatiques non maîtrisés.

L'économie circulaire, qui évoque un concept idéal où rien ne se perdrait et tout se créerait à partir d'objets usés puis recyclés, une économie qui suffirait aux besoins de la société sans épuiser les ressources limitées de la planète, semble émerger comme le principal recours à terme à ce défi majeur. Le «Circularity Gap Report », récemment publié, va même jusqu'à affirmer qu'une économie pleinement circulaire au niveau mondial permettrait de réduire de presque un tiers la pression sur les ressources planétaires. Et d'éviter plus de 70% des émissions de gaz à effet de serre. Et d'y associer bénéfices économiques et sociétaux.

À l'occasion de la publication de la feuille de route pour l'économie circulaire, publiée fin avril par la France, la Revue des Ingénieurs se devait (enfin !) d'y consacrer un dossier, et c'est le Club MEDD (Mines Environnement Développement Durable) qui s'est vu confier cet exercice.

Il fait suite à la conférence sur l'économie circulaire organisée par l'ISIGE le 6 mars dernier à MINES Paris Tech et reprend en partie les témoignages que les intervenants avaient bien voulu livrer.

Le sujet est vaste, et ce dossier ne prétend évidemment pas être exhaustif et couvrir l'étendue du domaine. Il vise à sensibiliser le lecteur à la thématique et à ses enjeux, et à lui apporter le témoignage d'acteurs variés issus du monde de l'entreprise et de la recherche.

Ce dossier regroupe cinq articles, apportant chacun un regard différent sur ce thème de l'économie circulaire.

Franck Aggeri, professeur de management à l'École des Mines de Paris, propose une mise en perspective historique de l'économie circulaire et rappelle les enjeux contemporains associés à cette thématique.

Corinne Le Caignec, experte industrielle des questions Environnement Climat, présente les principaux enjeux, objectifs et défis de la feuille de route pour l'économie circulaire suite à sa publication par les pouvoirs publics fin avril.

Hélène Valade et **Jean-Pierre Maugendre**, respectivement directrice et directeur adjoint développement durable de Suez, nous montrent comment l'économie circulaire peut transformer les business models de l'entreprise et témoignent de l'engagement et des pratiques d'une société leader des services à l'environnement.

Elie Assémat et **Adrien Montagut**, co-fondateurs de la coopérative Commown, spécialisée dans la location longue durée de téléphone portable, dressent un panorama de la « circularité » dans le monde de l'électronique. Les limitations du modèle qu'ils pointent sont autant d'incitations à l'innovation.

Claire Tutenuit, déléguée générale d'entreprise pour l'environnement et Présidente du club MEDD, s'intéresse à l'économie circulaire sous l'angle de l'emploi et nous montre comment cette nouvelle approche est aussi synonyme de nouvelles compétences et de nouveaux métiers.

Autant de sujets et de témoignages qui, je l'espère, convaincront et inspireront le plus grand nombre - jeunes ingénieurs ou cadres confirmés - à s'engager et poursuivre dans cette voie. ■



Conférence des alumni de l'ISIGE sur l'économie circulaire

Chaque année, l'association des anciens de l'ISIGE, centre de formation et d'expertise en Environnement et Développement Durable de MINES ParisTech, organise une conférence sur un thème d'actualité, et cette année, la thématique de l'économie circulaire s'est imposée, compte tenu des travaux autour de la feuille de route gouvernementale.

En amont de la publication de cette feuille de route de l'économie circulaire, l'ISIGE a ainsi organisé une conférence-table ronde, le mardi 6 mars 2018, et réuni des acteurs clé sur le thème :

**“Économie circulaire :
quelles perspectives et quelles dynamiques suite à la feuille de route du gouvernement ?”**

Les intervenants présents y ont partagé leur expertise et leur analyse des mesures (techniques, réglementaires, sociales, financières) préconisées par cette feuille de route, visant à mieux appréhender les changements et les opportunités à venir dans le domaine de l'économie circulaire.

Le panel de discussion était composé de personnalités issues du monde politique, académique, institutionnel et économique :

- **Matthieu Orphelin**, député de Maine-et-Loire et ambassadeur de la feuille de route pour l'économie circulaire,
- **Thierry Kuhn**, président d'Emmaüs France,
- **Laetitia Vasseur**, Co-fondatrice et Déléguée générale, Association HOP - Halte à l'Obsolescence Programmée,
- **Franck Aggeri**, Professeur, Centre de Gestion Scientifique (CGS) à Mines ParisTech,
- **Hélène Valade**, Directrice du Développement Durable chez SUEZ,
- **Valérie David**, Directeur du développement durable et de l'innovation transverse du groupe EIFFAGE.

Schizophrénie du consommateur dans sa relation à l'économie circulaire, rôle clé de l'action publique pour fixer un cadre cohérent et propice, responsabilisation et engagement des entreprises, place du digital, poids de l'argument économique et nécessaire mobilisation de tous : autant de sujets qui ont été abordés en séance et dont la prise en compte et/ou l'atteinte est indispensable à la réussite d'un objectif qui lui n'a pas fait débat : celui de la nécessité de sortir de cette économie linéaire.

Une conviction également portée par l'ISIGE et au cœur de ses formations.

FB : <https://www.facebook.com/IsigeMinesParisTech/>
 Twitter : <https://twitter.com/IsigeMinesParis>
 Site Web : <http://www.isige.mines-paristech.fr/>

L'économie circulaire : mise en perspective historique et enjeux contemporains



Franck AGGERI

Professeur de management
à MINES ParisTech

Le 23 avril 2018, après plusieurs mois de préparation et de concertation publique associant une grande variété de parties prenantes, le gouvernement annonçait sa feuille de route sur l'économie circulaire. Quels en sont les enjeux ? Et que peut-on en attendre concrètement ? Pour mieux les saisir, une mise en perspective historique est nécessaire.

Pour ceux qui méconnaissent la notion, l'économie circulaire est un concept, popularisé à la fin des années 2000, qui vise à tendre vers une économie sobre en ressources et minimisant les impacts environnementaux. Pour ses promoteurs, l'économie circulaire s'oppose à l'économie linéaire, qui caractérise notre mode de vie actuel et qui se fonde sur le schéma : extraire (des ressources) – produire – consommer – jeter. À l'inverse de ce premier modèle, l'économie circulaire vise à « boucler » les flux de matières et d'énergie en mobilisant trois stratégies (les 3 R) : réduire (l'utilisation de ressources), réutiliser (les produits) et recycler (les matières).

Il faut dire que la consommation de ressources naturelles continue à croître à un rythme soutenu. Si en 1970 sept tonnes de matières premières étaient extraites par habitant dans le monde, ce sont dix tonnes qui l'étaient trente ans plus tard. Dans le même temps, seuls 6% des matériaux qui circulent dans l'économie sont recyclés, finissant le plus souvent en décharge ou dans la nature. L'économie s'est ainsi appuyée depuis des décennies sur une utilisation sans limite de ressources nouvelles, engendrant des pollutions croissantes tout en n'exploitant pas la valeur contenue dans les produits usagés et les déchets.

Franck AGGERI

Il est professeur de management à MINES ParisTech, PSL Research University et chercheur au Centre de Gestion scientifique de l'institut interdisciplinaire de l'innovation (CGS-i3), UMR CNRS 9217. Ses recherches et ses enseignements portent notamment sur l'innovation responsable, la transition écologique et circulaire. Il est co-responsable de la chaire ParisTech ESR « Mines urbaines ». Il est également chroniqueur sur le management et l'entreprise pour Alternatives Économiques.

Des origines des réflexions sur l'économie circulaire à sa mise à l'agenda public

L'idée de circularité des flux de matières et d'énergie n'est pas nouvelle. On la trouve dès 1966 dans le livre de Kenneth Boulding¹ qui préconise que l'homme doit trouver sa place dans un système cyclique écologique capable d'une reproduction continue de toute forme matérielle. La notion même d'économie circulaire apparaît pour la première fois dans un livre d'économie de l'environnement en 1989².

Ce n'est pourtant qu'à la fin des années 2000 que cette notion connaît un succès public grâce à la conjonction de trois événements concomitants qui créent un environnement réceptif à sa diffusion : le boom des prix des matières premières qui quadruplent entre 2000 et 2010, l'embargo chinois sur les terres rares et enfin la crise écologique qui s'accroît. Les travaux de la fondation Ellen Mac Arthur et de McKinsey soulignent alors que de nouveaux *business models* de la réparation, de la réutilisation ou du recyclage sont possibles qui permettraient de générer des milliers de milliards de dollars s'ils étaient généralisés tout en permettant de réduire considérablement les impacts environnementaux³.

La notion connaît un succès croissant en France au début des années 2010, avec la parution d'un rapport de l'ADEME en 2013. En 2014, les premières assises sur l'économie circulaire réunissent plus de 2 000 personnes à Paris. En 2016, la loi de transition énergétique en fait l'un des piliers de son action. Enfin, en avril 2018, la feuille de route sur l'économie circulaire, qui fait écho au paquet économie circulaire adopté par le parlement européen en décembre 2017, constitue la dernière étape de l'inscription à l'agenda public de ce concept.

Les raisons d'un engouement

Comment expliquer l'engouement pour cette notion ?

La première raison est relative aux promesses associées à l'économie circulaire. Ce modèle se fonde en effet sur une double promesse : la réduction des impacts environnementaux et la création de valeur économique grâce à l'émergence de nouveaux *business models* circulaires.

La deuxième raison tient à la dimension pédagogique de la démarche proposée. Les promoteurs de l'économie circulaire ne se sont pas contentés de construire le *storytelling* d'une nouvelle utopie. Ils ont cherché à produire des guides pour l'action sous la forme de schémas et de documents de mise en œuvre. Ce faisant, ils ont cherché à montrer qu'il s'agissait d'une utopie réaliste et rationnelle.

Le schéma pédagogique le plus connu est celui proposé par la fondation Ellen Mac Arthur qui décrit différentes stratégies d'économie circulaire en fonction de boucles de compacité croissante. Pour éviter la mise en décharge, la solution la plus circulaire est de prolonger la durée de vie des produits par la maintenance et la réparabilité. Viennent ensuite les stratégies visant à donner une seconde vie au produit comme le réemploi (pour le même usage), la réutilisation (pour une autre application) et le remanufacturing (rénover le produit par un réusinage). L'économie de fonctionnalité, c'est-à-dire l'intensification de l'usage d'un produit par la vente de services associés (par exemple la location) est une autre stratégie. Quand aucune de ces stratégies n'est possible, restent le recyclage et enfin la valorisation énergétique.

D'un point de vue économique, les stratégies les plus compactes sont celles qui conservent le plus de valeur économique. Elles peuvent cependant cannibaliser la vente de produits neufs et impliquent, de ce fait, un changement de modèle économique. D'un point de vue environnemental, les boucles les plus compactes sont en principe celles qui ont le moins d'impact. Mais cela dépend également du progrès technique. Imaginons un produit dont la nouvelle génération est beaucoup plus efficace que les précédentes sur le plan environnemental. Il peut être alors plus intéressant de favoriser le remplacement de produits anciens par les nouveaux à l'instar des véhicules anciens que les pouvoirs publics cherchent à retirer du marché par des primes à la casse. Pour évaluer de manière rigoureuse quelle est la meilleure stratégie sur le plan environnemental, des méthodes, comme l'analyse de cycle de vie, peuvent être utilisées. Ce schéma peut également servir de guide à une démarche d'éco-conception où chaque entreprise définit pour chaque stratégie des critères et cahiers des charges pour améliorer la maintenabilité, réparabilité, réemployabilité et recyclabilité.

Ces différentes stratégies sont antérieures à la notion d'économie circulaire. L'intérêt de la démarche proposée est de les intégrer dans un cadre conceptuel cohérent.

L'économie circulaire est-elle une pratique vraiment nouvelle ?

Mais les pratiques d'économie circulaire que nous venons de décrire brièvement sont-elles vraiment nouvelles ? Un petit détour historique s'impose. Le modèle de l'économie linéaire est devenu dominant avec l'essor de la société de consommation et de la production de masse, c'est-à-dire après la seconde guerre mondiale.

Des formes d'économie circulaire existaient depuis toujours, comme des travaux historiques l'attestent. La réparation, le recyclage, le réemploi, la réutilisation étaient des pratiques courantes jusqu'au milieu du XX^e siècle. Le terme de déchet (qui vient de déchoir), explique le philosophe François Dagognet⁴, n'est introduit en France qu'au XV^e siècle. A cette époque, tout était réutilisé ou laissé à une dégradation naturelle. Toute une économie parallèle, organisée autour des chiffonniers, récupérait chiffons, os, produits pour les réutiliser. L'historienne Sabine Barles⁵ souligne que jusque vers

1870 on observe une circulation spontanée de la matière entre la ville, l'industrie et l'agriculture.

Plusieurs évolutions expliquent la disparition progressive de cette première économie circulaire : le progrès technique qui permet de mettre au point de nouveaux matériaux aux performances supérieures, le développement de l'hygiénisme à la fin du XIX^e siècle qui met au ban les déchets comme la cause d'épidémies, puis, à partir de la seconde moitié du XX^e siècle, le développement du marketing, du design et de l'accélération du rythme de renouvellement des produits. L'enjeu actuel n'est évidemment pas de revenir au modèle antérieur d'économie circulaire mais d'en inventer un nouveau où les exigences de traçabilité, d'hygiène, de moindre impact environnemental et de qualité sont respectées.

Des obstacles à la transition circulaire

Si des politiques publiques sont nécessaires, c'est évidemment parce que cette transition n'a aucune raison de s'opérer naturellement. Comme chacun a pu l'observer, la société de consommation est désormais profondément ancrée dans nos comportements. L'obsolescence programmée est une pratique courante des industriels qui accélèrent le rythme de renouvellement des produits tout en cherchant à contrôler, à l'instar d'Apple, leur réparabilité.

Quant à la valeur potentielle contenue dans les produits et les déchets, elle est certes avérée (métaux précieux, ferrailles, aluminium, plastiques, etc.), mais encore faut-il qu'elle soit soustraite aux trafics et exportations illégales. Les spécialistes soulignent ainsi que le trafic illégal des déchets est 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.

La fragilité de certaines filières constitue un autre obstacle. La feuille de route vise ainsi un recyclage à 100% des plastiques en 2025. Objectif louable, puisque 20% des plastiques seulement sont actuellement recyclés en Europe, 40% finissant en décharge et 40% dans la nature. Or, son développement ne tient pas uniquement à des variables exogènes comme le prix des matières premières vierges (le pétrole pour le plastique), sur lequel le cours des matières recyclées est indexé.

La difficulté première tient, nous semble-t-il, au déficit de structuration de filières industrielles qui menace leur pérennité. En effet, le tissu industriel est encore faible dans ce domaine. Hormis pour les ferrailles, le papier, l'aluminium ou les métaux précieux qui sont des filières aujourd'hui matures, les autres filières sont principalement constituées de PME opérant sur des marchés de niche, dotées de compétences et de ressources limitées pour accéder à des débouchés industriels de qualité. De leur côté, les grands industriels du déchet commencent seulement à développer des activités de recyclage, anticipant que leurs activités traditionnelles de

décharge et d'incinération allaient décroître face aux pressions pour réduire ces débouchés.

On voit que les obstacles à la transition vers une économie circulaire sont nombreux et variés. Ils résident aussi bien dans le changement de comportement des consommateurs, que dans la transformation des stratégies des producteurs, dans la lutte contre les trafics, dans la structuration de filières de recyclage de réparation ou de réemploi, de la lutte contre les trafics ou encore du renforcement des exigences à l'égard des éco-organismes pour accompagner la montée en régime de ces filières.

Création de valeur locale

Les enjeux sont pourtant réels, car une telle transition est porteuse de création de valeur économique territorialisée et recèle des gisements d'emploi importants. Développer le réemploi et la réparation localement, mettre en place des filières courtes de collecte et de recyclage, tout cela peut participer à la réindustrialisation de zones aujourd'hui en difficulté.

En matière de création d'emplois, l'ADEME estime que le recyclage est vingt fois plus intensif en emplois que la mise en décharge. La réparation comme le réemploi sont également des activités de service intensives en emplois. Les collectivités locales comme les pouvoirs publics ont bien saisi l'enjeu de développer des stratégies territoriales visant à capter et développer ces gisements de valeur et ces activités. La feuille de route évoque, par exemple, un objectif de création de 500 000 emplois à l'horizon 2025.

Pour encourager la transition vers une économie circulaire, les pouvoirs publics français comme européens essaient désormais de mettre en cohérence toute une série de dispositifs d'incitation, d'information, de régulation et de soutien à l'innovation : c'est l'objectif de cette feuille de route.

Le besoin d'une nouvelle politique industrielle

Il faut cependant noter qu'au-delà de l'annonce d'un catalogue de mesures, cette feuille de route manque d'une vision de long terme. En particulier, un terme fait défaut : celui de politique industrielle. La notion de politique industrielle, il

faut dire, a mauvaise presse et est associée dans l'inconscient collectif aux politiques centralisées des années 1960-1980, au TGV, au nucléaire ou au plan calcul ; c'est-à-dire à des politiques de planification jugées dépassées à l'heure de la mondialisation et de l'innovation intensive.

Une politique industrielle de l'économie circulaire serait pourtant nécessaire pour organiser et accompagner dans la durée un ensemble d'initiatives aujourd'hui désordonnées et fragiles, et pour surmonter les retournements de conjoncture et la volatilité des marchés. Comme nous l'avons vu dans le cas du plastique recyclé, le développement de nouvelles filières suppose un effort de formation, la production de compétences, l'émergence de centres techniques et d'expertise, la production de standards et de règles, la stimulation de la recherche et de l'innovation qui manquent.

Il ne s'agit pas de revenir aux vieilles lunes du passé mais d'inventer de nouvelles formes d'action publique, territorialisées et plus participatives, qui associent les principaux acteurs concernés. Les pays les plus avancés en la matière, comme la Suède, sont à ce titre beaucoup plus volontaristes que nous. Ils ont rénové leurs politiques publiques et industrielles, en concertation avec toutes les parties prenantes, en engageant une refonte complète de leur fiscalité et des interventions publiques pour faire de leur pays le leader de la transition climatique et circulaire. De même, la Chine, a remis au goût du jour la planification pour opérer une transition plus sobre en ressources. Espérons que les pouvoirs publics français, comme les européens, ne seront pas frileux et sauront mobiliser les acteurs pour engager avec résolution la transition annoncée. ■

¹ Boulding, K.E. (1966). « *The economics of the coming spaceship earth* », in: H. Jarrett (ed.) 1966. *Environmental Quality in a Growing Economy*, pp. 3-14. Baltimore, MD: *Resources for the Future/Johns Hopkins University Press*.

² Pearce, D.W. et Turner, R.K. (1989). *Economics of natural resources and the environment*, John Hopkins University Press.

³ Fondation Ellen MacArthur (FEM) (2012). *Vers une économie circulaire* (vol. 1) : arguments économiques en faveur d'une transition accélérée, étude du cabinet McKinsey.

⁴ Dagognet, F. (1997). *Des détrituts, des déchets, de l'abject*. Une philosophie écologique, *Collection les empêcheurs de penser en rond*.

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

Préserver la ressource et encourager de nouveaux modèles économiques : la feuille de route économie circulaire du gouvernement français

Quels enjeux ? Quelles mesures ? Quel impact ?



Corinne Le CAIGNEC (P90)

Directeur Environnement Climat
Club MEDD

L'économie circulaire est au cœur de la transition écologique : le modèle linéaire « extraire, produire, consommer, jeter » se heurte aujourd'hui aux limites que nous fixe la planète, et notamment à l'épuisement des ressources naturelles. La société doit évoluer vers une économie différente, plus sobre, avec des produits dont la durée de vie est supérieure, dans laquelle le gaspillage doit disparaître et les déchets constituer de nouvelles ressources. Ce changement de modèle s'inscrit d'ailleurs dans un mouvement général repris dans certaines cibles des Objectifs du Développement Durable (ODD) de l'agenda 2030 des Nations Unies, en particulier l'ODD 12 « établir des modes de consommation et production durable ».

À l'instar du Parlement Européen qui a validé le paquet Économie Circulaire fin 2017, la France veut marquer son implication sur ces sujets. Elle en a fait un objectif national et un des piliers de son développement durable, en l'inscrivant au cœur de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2015.

Afin d'atteindre les objectifs fixés par cette loi, le gouvernement a présenté fin avril 2018 sa feuille de route pour la transition vers l'économie circulaire, à l'issue d'un processus de cinq mois de concertation avec les parties prenantes et de consultation du grand public.

Corinne Le CAIGNEC (P90)

Diplômée de Mines Paristech P90, Corinne Le Caignec est également titulaire d'un master en Ingénierie et Gestion de l'Environnement (ISIGE 1993). Elle est spécialiste des questions de transition énergétique et écologique. Elle a réalisé tout son parcours professionnel dans l'industrie, plus précisément dans la sidérurgie, où elle a exercé diverses responsabilités, notamment Directrice Climat Environnement d'ArcelorMittal France.

Cette feuille de route vise à décliner de manière opérationnelle la transition à mener pour passer d'un modèle linéaire « extraire, produire, consommer, jeter » à un modèle différent, plus circulaire.

L'enjeu est le suivant : créer au travers d'une série de mesures ad hoc un cadre propice à cette évolution des modèles économiques. Il s'agit notamment de lever les principaux freins qui bloquent cette transition. On y retrouve l'inertie des comportements de consommation, le manque de prise de conscience de certains producteurs, l'absence de filières de recyclage ou réemploi structurées ou matures ; ou encore des problèmes de rentabilité de ces modèles face à la concurrence des matières premières vierges. Enfin les encadrements réglementaire ou fiscal restent parfois peu incitatifs, notamment en matière de déchets. Côté entreprise, cette feuille de route doit être source d'opportunités pour créer de la valeur d'une nouvelle manière, pour repenser leur business model, et viser un impact net positif sur l'environnement et la société

À l'issue des travaux, « 50 mesures pour une économie 100% circulaire » ont donc finalement été retenues. Elles fixent le cap de la politique du gouvernement en matière de production, de consommation, de gestion des déchets et de mobilisation de l'ensemble des acteurs, dont les entreprises.

Cette feuille de route s'attache sans surprise aux problématiques de collecte et de valorisation des déchets, mais met aussi en avant l'éco-conception des produits, l'allongement de leur durée de vie en développant le réusage et la réparation, la lutte contre le gaspillage, la simplification du geste de tri, le renforcement du tri et de la valorisation des plastiques et des biodéchets.

On retiendra que dans cet exercice la France s'est fixé cinq grands objectifs chiffrés, d'ambitions variables :

- Réduire la consommation de ressources française en limitant de 30% la consommation de ressources par unité de PIB d'ici à 2030 par rapport à 2010.
- Réduire de 50% les quantités de déchets non dangereux mis en décharge en 2025 par rapport à 2010.
- Tendre vers 100% de plastiques recyclés en 2025.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre et économiser l'émission de huit millions de tonnes de CO₂ supplémen-

taires chaque année grâce au recyclage du plastique.

- Créer jusqu'à 300 000 emplois supplémentaires, y compris dans des métiers nouveaux.

Ces « 50 mesures » prendront différentes formes d'ici 2019 à 2021 : des évolutions législatives et réglementaires (transposition en droit français des directives européennes issues du « paquet économie circulaire », intégration dans les prochaines Lois de Finances), des démarches d'engagement volontaire des entreprises, la mise en place de plateformes d'expérimentations, etc.

Plus concrètement, cette feuille de route s'articule autour de quatre grandes idées : mieux produire, mieux consommer, mieux gérer nos déchets et mieux mobiliser tous les acteurs.

Mieux produire : ce volet, qui cible essentiellement les entreprises, vise à les inciter à produire mieux et de manière plus durable, grâce à trois types de mesures :

- En concertation avec les acteurs concernés, accroître le nombre de filières à Responsabilité Élargie des Producteurs (REP) à d'autres domaines non encore couverts. Sur le principe du pollueur payeur, ces filières prennent en charge la prévention et la gestion des déchets issus de certains types de produits (emballages ménagers, papiers, équipements électriques et électroniques, etc.). Le suivi et le contrôle des filières seront renforcés pour assurer l'atteinte des objectifs. Les sanctions en cas de non-atteinte des objectifs le seront également.
- Par des mesures incitatives (bonus/malus) ou sur la base d'actions volontaires, les amener à faire évoluer leur mode de production et à recourir le plus possible à l'éco-conception, aux matériaux recyclés, à favoriser le réemploi et la réparation.
- Porter un focus particulier sur le secteur du BTP et inciter à plus de réemploi et de valorisation dans ce secteur 1^{er} producteur de déchets en France.

Mieux consommer : destinées à l'ensemble des Français, ces mesures doivent leur permettre d'évoluer dans un cadre global de consommation durable. Au cœur de ces questions, une meilleure information des consommateurs et l'allongement de la durée de vie des produits, avec des propositions qui visent :

- Un renforcement de l'étiquetage dans certains domaines : à partir de 2020, pour les équipements électriques, électroniques et électroménagers, l'affichage de leur durée de vie pourrait être rendu obligatoire à travers un indice qui intégrera des critères sur leur réparabilité et leur durabilité. Une autre proposition vise à étendre l'obligation d'affichage de la durée de disponibilité des pièces détachées vis-à-vis des consommateurs et l'obligation d'afficher leur éventuelle non-disponibilité.
- La demande d'augmentation de la durée de garantie légale de conformité pour les appareils électroménagers au niveau européen, et un renforcement des contrôles.

Mieux gérer les déchets : ce volet aborde les problématiques citoyennes comme celles des entreprises et des collectivités. Les principales mesures proposent de :

- Simplifier et d'harmoniser les règles de tri des déchets sur

tout le territoire. Une modernisation est envisagée d'ici 2022.

- Déployer dans les collectivités volontaires des dispositifs de « consigne solidaire », où chaque bouteille ou canette collectée contribuerait à un fonds dédié à une cause environnementale, de santé ou de solidarité.
- Améliorer le dispositif signalétique « Triman » sur les produits soumis à consigne de tri, et rendre son apposition obligatoire sur certains produits à compter de 2021. Ce pictogramme sera accompagné d'une information sur le bon geste de tri ou sur les apports des différents éléments qui constituent l'emballage et le produit.
- Étudier dès l'année prochaine le déploiement d'un dispositif financier favorisant la reprise des anciens téléphones à des fins de recyclage ou de réemploi.

Mieux mobiliser l'ensemble des acteurs : l'évolution d'un système linéaire vers un modèle plus circulaire n'étant pas forcément « naturelle », cette mobilisation de tous est essentielle : citoyens, collectivités, acteurs publics, entreprises :

- Afin d'encourager les collectivités territoriales à s'engager dans l'économie circulaire, il est proposé de faciliter le déploiement de la tarification incitative de la collecte des déchets, d'adapter la fiscalité pour la valorisation des déchets, d'élaborer avec l'Ademe un référentiel de bonnes pratiques ou d'outils destinés aux autorités décentralisées pour lutter contre les dépôts sauvages de déchets.
- Concernant les entreprises, la feuille de route insiste sur une nécessaire prise de conscience de l'écoconception, l'in-

Quelques engagements phares :

- Réduction de moitié des déchets mis en décharge en 2025 ;
- Objectif de 100% de plastiques recyclés en 2025 ;
- Obligation d'information simple sur la réparabilité des équipements électriques et électroniques à partir de 2020 ;
- Généralisation de bonus-malus réellement incitatifs sur les produits couverts par une REP (Responsabilité Élargie des Producteurs), pouvant excéder 10% du prix des produits ;
- TVA réduite pour la prévention, la collecte séparée, le tri, la valorisation matière des déchets ;
- Établissement dès 2018 d'une liste évolutive de déchets ne pouvant plus être admis en installations de stockage ou en incinération ;
- Projet d'augmentation de la composante « déchets » de la taxe générale sur les activités polluantes sur une trajectoire pluriannuelle ;
- Possibilité de sortie de statut de déchet hors des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Nouvelles filières REP pour les jouets, articles de sport et de loisirs, articles de bricolage et de jardin, et extension du champ des filières REP emballages, DDS et VHU ;
- Refonte du dispositif de diagnostic déchets avant démolition et éventualité d'une filière REP appliquée aux déchets du bâtiment ;
- Facilitation du déploiement de la tarification incitative de la collecte de déchets, ainsi que du tri à la source des biodéchets ;
- Faire de la commande publique un levier pour déployer l'économie circulaire.

corporation de matières recyclées, le réemploi et la réparation dans les pratiques.

- Enfin les acteurs publics doivent être mobilisés via le levier de la commande publique, qui a le pouvoir d'entraîner les innovations en matière d'économie circulaire.

Alors qu'elle est désormais disponible, la question se pose aujourd'hui de savoir si cette feuille de route et les mesures qu'elle propose sont susceptibles d'impulser l'élan souhaité pour accompagner ce changement de modèle et si les objectifs fixés seront atteints.

Et sur ce point, les avis divergent : à sa publication, elle a suscité autant de réactions qu'elle avait engagé de participants au débat, entre satisfaction, interrogations, et déception.

Tous se sont naturellement félicités que la thématique de l'économie circulaire ait été mise sur le devant de la scène et ont reconnu la capacité de la feuille de route à instaurer une nouvelle dynamique sur ces sujets.

Issues des ateliers de discussions ou de la consultation, des pistes ont effectivement été identifiées pour encourager les initiatives dans les secteurs de la prévention, de la réparation et du recyclage, pour solliciter la commande publique et réorienter les flux de déchets et de matières recyclées. Concrètement, une série de mesures incitatives ont été proposées pour accompagner les entreprises à évoluer vers un modèle plus circulaire : appels à projets et soutien de l'Ademe et des pôles de compétitivité, « pass économie circulaire », création d'un guichet unique, mobilisation des outils de la finance verte, etc.

Beaucoup d'acteurs se reconnaissent aussi dans l'approche française, fondée sur une stratégie de ressources de long

terme, comme dans la volonté du gouvernement de poursuivre son action à l'échelle européenne et internationale, et notamment pour faire évoluer le droit européen sur ces sujets.

Pour autant, il semble que cette feuille de route n'ait pas encore su répondre totalement aux attentes suscitées par les ambitions qu'elle véhiculait.

Quelques mesures mériteraient d'être encore précisées, éclaircies, quantifiées.

Certains acteurs regrettent que, parmi ces 50 propositions, toutes n'affichent pas le même poids ou la même ambition, ou encore que le lien avec l'innovation et la R&D ne soit pas plus affirmé. La feuille de route souffre sans doute aussi de l'absence d'un calendrier et d'une méthodologie de mise en œuvre plus explicites. Enfin, quid de l'articulation de ces mesures avec une vision à plus longue échéance du modèle économique et industriel français...

Pour ces motifs, certains s'interrogent – et peut-être à juste raison – sur sa capacité à assurer à terme le changement de cap attendu.

La solution consiste peut être à considérer cette feuille de route comme la première pierre d'un projet à construire à long terme, comme une première étape, à consolider et enrichir dans le temps.

Et gageons sur la mobilisation de tous, citoyens, entreprises et acteurs publics, pour que s'opère réellement cette transition, d'un modèle linéaire vers une véritable économie circulaire. ■

Une offre d'économie circulaire en pleine progression



Hélène VALADE

Directrice du Développement Durable Groupe Suez



Jean-Pierre MAUGENDRE

Directeur adjoint du Développement Durable Groupe Suez

En 2017, la population mondiale a consommé les ressources naturelles 1,7 fois plus vite que les écosystèmes n'ont pu les régénérer. Et en 2050, la planète comptera près de dix milliards d'habitants. Il y a tout de même une bonne nouvelle. La prise de conscience que les ressources ne sont pas inépuisables progresse : partout dans le monde, même si c'est à des degrés divers, acteurs privés et publics se mettent en mouvement pour inventer des modes de production et de consommation plus compatibles avec les enjeux du climat, des ressources et de la démographie galopante. L'économie circulaire est en effet la réponse la plus efficace à ces nouveaux défis : elle permet de s'extraire d'une logique linéaire dépassée, symbolisée par le triptyque « produire-consommer-jeter » et offre la perspective d'une croissance économique durable, parce que découplée de la consommation des ressources. Elle prend de nombreuses formes, de l'écoconception et de l'allongement de la durée d'usage, au réemploi, au recyclage et à la valorisation, jusqu'à l'économie de la fonctionnalité. En France, elle avance à grands pas, portée notamment par des entreprises qui révo-

lutionnent leurs modes d'approvisionnement, de production et de commercialisation à l'aune de ses principes.

De nouvelles filières industrielles

Depuis plusieurs années, Suez transforme ses métiers cœur (production, traitement et distribution d'eau potable ; collecte et traitement des eaux usées ; collecte et recyclage des déchets) et devient un fournisseur de solutions d'économie circulaire, technologiques et digitales, qui maximisent l'usage des ressources. Exemples. Le plastique : son recyclage et son réemploi deviennent cruciaux au regard de l'impact néfaste de son rejet sur l'environnement et particulièrement sur l'océan. Mais ils sont complexes et nécessitent de revisiter toute la chaîne de valeur, en commençant par l'amélioration de sa collecte. Il s'agit d'abord de capter de manière plus sélective ce déchet en mobilisant le consommateur. Avec ses partenaires acteurs de la grande distribution, le soutien de l'éco-organisme Citeo et de l'industriel Nestlé Waters, Suez innove en installant par exemple des kiosques RECO® qui incitent au tri : pour chaque bouteille déposée, les consommateurs sont récompensés par un bon d'achat au sein de l'enseigne partenaire ou d'un collectif de commerçants locaux. Il s'agit ensuite de traiter les matériaux plastiques dans des usines spécialisées (tels que QCP - Quality Circular Polymers - ou France Plastique Recyclages) avec des procédés industriels sophistiqués qui permettent de les transformer en granules de polymères d'une qualité équivalente à celle de la matière vierge. Il faut enfin mettre sur le marché ces polymères pour qu'ils soient réintégrés dans la fabrication de nouveaux produits. C'est donc une boucle d'économie circulaire complète qui est mise en œuvre : pour favoriser l'utilisation de polymères recyclés par les producteurs industriels, Suez a créé une joint-venture avec LyondellBasell qui commercialise le polypropylène et le PEHD produits sur le site de QCP à partir du plastique recyclé.

Un autre exemple parlant de filière industrielle d'économie circulaire est celle de la production d'énergie renouvelable, et notamment celle de gaz vert pour laquelle le gouvernement affiche une forte ambition (30% en 2030). Les gisements sont multiples (refus de tri, déchets verts, boues d'épuration, etc.), leur volume s'accroît (obligation du tri à la source des biodéchets par exemple), tandis que les formes de valorisation sont diverses (gaz, électricité, vapeur, bio-carburants, etc.). Suez, qui produit déjà aujourd'hui 6,7 TWh d'énergie renouvelable, se positionne sur le marché de la méthanisation agricole mais également industrielle. Grâce à cette nouvelle filière, la chaîne de valeur des déchets et des eaux usées est prolongée tandis que les compétences des métiers du Groupe sont augmentées (exploitant de centre de méthanisation, énergéticien par exemple). Dans une écono-

Hélène VALADE

Depuis janvier 2014, Hélène Valade est Directrice du Développement Durable de Suez.

Elle est par ailleurs Présidente de l'Observatoire de la Responsabilité Sociétale depuis juin 2018 et Vice-Présidente du C3D (Collège des Directeurs du Développement Durable) qu'elle a co-fondé en 2007. En 2016-2017, elle a présidé la Plateforme RSE installée par le Premier Ministre en 2013.

Diplômée de l'Institut d'Études Politiques de Paris, elle est aussi détentrice d'une maîtrise de Sciences Politiques et d'un DEA d'histoire contemporaine.

Jean-Pierre MAUGENDRE

Diplômé de l'École Centrale Paris et de l'Institut d'Études Politiques de Paris, Jean-Pierre Maugendre a rejoint le Groupe SUEZ (alors Groupe Lyonnaise des Eaux) en 1992. Après avoir occupé plusieurs postes opérationnels et fonctionnels dans le Groupe, il en est maintenant Directeur adjoint du Développement Durable, en charge de la performance responsable et de l'action climatique.

mie circulaire, les résidus de résidus sont eux aussi réutilisables. C'est le cas du mâchefer, un résidu de l'incinération, que Suez traite pour en extraire dans son usine de Valomet des métaux dont du cuivre, qui seront à leur tour affinés dans des fonderies pour être réutilisés dans la fabrication de nouveaux produits (cf schéma : Comment optimiser les boucles d'économie circulaire ?).

Une chaîne de valeur revisitée

Les exemples foisonnent. Citons encore celui de la vie démultipliée des véhicules hors d'usage. Indra société détenue par Renault et Suez, démantèle les véhicules avec deux objectifs : remettre sur le marché des pièces détachées ; récupérer les matières premières (métaux, plastiques, caoutchoucs, élastomères, etc.), les transformer pour les réutiliser dans la fabri-



cation d'autres produits manufacturiers ou dans celle des véhicules : 30% d'un véhicule neuf Renault est constitué de matières premières issues du recyclage.

Nombreux sont les flux de déchets qui peuvent faire l'objet de traitements spécifiques et fournir des matières premières issues du recyclage aux producteurs industriels. C'est donc l'ensemble de la chaîne de valeur des déchets, de leur collecte à leur réintégration dans les processus de fabrication qui est revisitée et qui fait la part belle au collaboratif et aux partenariats. L'économie circulaire change la donne également sur ce plan : les nouveaux modèles économiques qu'elle fait émerger installent l'entreprise dans un écosystème et s'inscrivent en rupture avec le fonctionnement classique qui met face à face une entreprise et son client : désormais, une entreprise apporteuse de solutions, peut l'être en partenariat avec d'autres entreprises et s'adresse à une communauté d'acteurs qui eux-mêmes interagissent. Les nouveaux modèles économiques se caractérisent par leur horizontalité, et font une large place à la co-construction et la co-innovation : Suez ainsi s'associe à La Poste pour collecter et valoriser les déchets de bureau, soutient Nespresso dans la création d'une nouvelle filière de valorisation de l'aluminium des capsules de café, innove avec WAGA ENERGY pour produire plus

aisément un biométhane dont les caractéristiques sont identiques à celles du gaz naturel, ou encore suscite des rencontres avec les acteurs des territoires pour co-construire des offres d'économie circulaire locales et mobilise le consommateur.

Le digital est essentiel à l'émergence de ces nouveaux modèles économiques et sont de vrais amplificateurs de l'économie circulaire : le développement rapide notamment des *e-market places* rend plus facile et plus rapide la mise en relation entre producteurs et « valorisateurs » de déchets. Pour soutenir son modèle de production du biométhane, Suez a par exemple créé Organix®, qui met en relation directe les producteurs de biodéchets et ceux qui les transforment en énergie.

Une demande de solutions d'économie circulaire à encourager

On le voit, l'offre d'économie circulaire existe et se renforce, grâce à l'innovation contractuelle et technologique, grâce aussi à la transformation des métiers et à l'évolution des compétences. Mais elle se heurte encore, pour certains flux, au problème de la compétitivité par rapport aux filières classiques, et donc aux prix des matières premières. Le défi aujourd'hui n'est plus la production de matières premières issues du recyclage, mais leurs débouchés : c'est un vrai choc de la demande de ces nouvelles matières qu'il faut créer. En actionnant d'abord le levier de la commande publique, en incitant ensuite à l'intégration de matières secondaires issues du recyclage dans la production industrielle, en encourageant enfin le consommateur à choisir les produits de l'économie circulaire. À cet égard, la feuille de route dévoilée par le Premier Ministre le 23 avril 2018 fixe l'ambition d'une économie 100% circulaire et ouvre de nouvelles perspectives dont on attend cependant qu'elles se précisent et se concrétisent, à la fois par des mesures législatives à travers la loi de transposition de la nouvelle directive sur les déchets et dans le cadre de la prochaine loi de finances.

Il reste donc du chemin à parcourir, mais l'enjeu est de taille. Outre de desserrer la dépendance aux matières premières, de permettre l'auto-alimentation et donc de répondre au défi de la raréfaction des ressources, l'économie circulaire a deux autres atouts majeurs : elle est créatrice d'emplois ; le gouvernement fixe l'objectif de « créer jusqu'à 300 000 emplois supplémentaires, y compris dans des métiers nouveaux » ; elle est également réductrice des émissions de gaz à effet de serre. Une récente étude de Material Economics (*The Circular Economy, A powerful force for climate mitigation*) montre qu'en recyclant et en réutilisant quatre des matériaux les plus générateurs d'émissions, l'acier, le plastique, l'aluminium et le ciment, l'Union européenne pourrait réduire l'empreinte carbone de son industrie de 56%, soit l'équivalent de 300 millions de tonnes de CO₂ par an d'ici la moitié du siècle.

L'approvisionnement en énergie renouvelable est une réponse au réchauffement climatique ; le remplacement de l'économie linéaire par l'économie circulaire en est une autre : ce n'est rien d'autre qu'un nouveau projet de société. ■

Vers une électronique circulaire



Adrien MONTAGUT-ROMANS

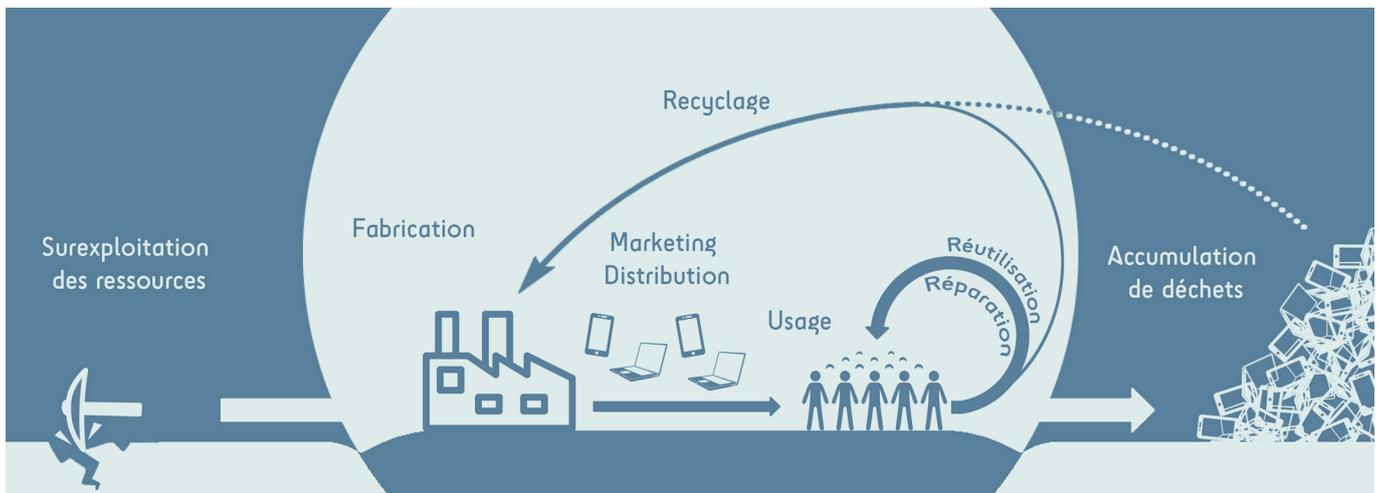
Co-fondateur de Commown.



Elie ASSÉMAT

Co-fondateur de Commown.

L'électronique est au centre de notre société moderne, et pourtant elle est encore très éloignée d'un modèle circulaire. Elie Assémat et Adrien Montagut de la coopérative Commown, dressent un panorama des limitations du modèle actuel pour inciter à l'innovation.



Grandes étapes du cycle de vie. Le maintien des appareils et des composants dans la sphère d'usage est le seul moyen de réduire de façon conséquente les impacts de ce secteur.

Adrien MONTAGUT-ROMANS
(Docteur en chimie organique, UCBL 2014).

Il est aujourd'hui cofondateur de Commown. De 2014 à 2015 il a travaillé pour la start-up Stratoz spécialisée dans la valorisation de plantes hyper-accumulatrices de métaux. Il a continué son parcours par un contrat de deux ans à l'université d'Orléans sur la valorisation des sous-produits de l'horticulture pour le développement de nouveaux actifs cosmétiques. Suite au visionnage du documentaire Demain il a coordonné deux années durant l'organisation d'un festival sur les enjeux que recouvre la transition. Son intérêt grandissant pour cette thématique et sa conscientisation des limitations en ressources de notre société l'ont naturellement conduit à rejoindre le projet Commown.

Elie ASSÉMAT (Magistère de physique d'Orsay 2009, doctorat en contrôle optimal des systèmes quantiques, UB 2012)

Après un premier post-doctorat au Weizmann Institute of Science (Israël), son deuxième post-doctorat l'a amené en Allemagne pour travailler à la conception d'ordinateurs quantiques. Cela l'a incité à quitter la recherche fondamentale, qu'il trouvait trop éloignée de l'urgence éthique et environnementale de l'électronique actuelle. Après une première expérience de l'entrepreneuriat web, il décide de fonder Commown pour contribuer au mouvement naissant de l'électronique responsable.

A lors que nous sommes de plus en plus dépendants au numérique, il est urgent de s'interroger sur la soutenabilité de ces technologies. Le gouvernement vient de publier sa feuille de route de l'économie circulaire, pourtant il reste un grand nombre de défis technologiques et organisationnels à relever pour tendre vers une électronique circulaire. Nous donnerons dans cet article des pistes de réflexion pour chaque étape du cycle de vie d'un produit électronique.

Loin des mines loin du cœur : ces externalités qu'il est confortable d'occulter

Aujourd'hui, sans indium pas d'écran tactile, et sans néodyme pas d'aimant permanent miniaturisé. Les projections de pénurie pour ces minéraux sont assez complexes à modéliser¹. Sur le plan quantitatif, elles dépendent du taux de production, des réserves connues à un instant donné et de la demande, facteurs qui ne cessent d'évoluer. En revanche, des tensions existent déjà en termes de capacité d'approvision-

nement, comme l'illustre le cas de la Chine, qui décida en 2010 de bloquer ses exportations de terres rares vers le Japon². Les fluctuations du marché sont donc liées aux monopoles de certains pays producteurs. Ces monopoles se sont construits grâce au dumping économique car ces pays ne considèrent pas le coût des externalités environnementales et sociétales des mines³. Par exemple en Chine, dans le cas du néodyme qui est naturellement associé à des éléments radioactifs tels que l'uranium, peu de précautions sont prises pour préserver les habitants voisins des mines. Autre exemple au Congo où les mines de cobalt exploitent des enfants tout en finançant des milices armées.

Parallèlement, d'autres facteurs limitants sont à prévoir, comme les coûts énergétiques et économiques qui augmentent proportionnellement à la complexité des gisements, ou encore les réserves en eau douce qui s'amenuisent. Au Chili par exemple, l'exploitation du cuivre a nécessité l'installation de centrales de désalinisation pour assurer l'approvisionnement des mines¹.

Une sobriété dans l'usage de ces ressources est donc essentielle. Des efforts en ce sens sont déjà réalisés, par exemple le fabricant japonais TDK a réduit de 50 à 20% l'usage de dysprosium dans ses aimants permanents⁴. D'autres pistes sont étudiées, comme celle du 100% biodégradable. La recherche de matériaux substitutifs organiques constituerait un premier pas, mais à l'exception de quelques exemples tels que les films photovoltaïques ARMOR, c'est encore un domaine balbutiant.

Fabrication : un manque d'éco-conception et de résilience de l'industrie

Quatre tours du monde sont nécessaires pour fabriquer un smartphone aujourd'hui : des vibreurs fabriqués en Chine, jusqu'aux plastiques en Arabie Saoudite⁵. La production mondialisée des produits électroniques est de ce fait très peu résiliente, en effet des ruptures d'approvisionnement peuvent survenir à la moindre crise. Ce fut notamment le cas début 2012 suite aux inondations en Thaïlande, second pays producteur de disques durs à l'époque⁶.

Le coût énergétique de la production des smartphones depuis 2007 s'élève à 968 TWh ce qui représente environ la



Le Fairphone, seul smartphone modulaire du marché

consommation énergétique de l'Inde en 2014⁷. Cependant certains pionniers font des efforts à ce niveau : Apple garantit (depuis avril 2018) une alimentation 100% renouvelable pour l'ensemble de sa chaîne de production⁸.

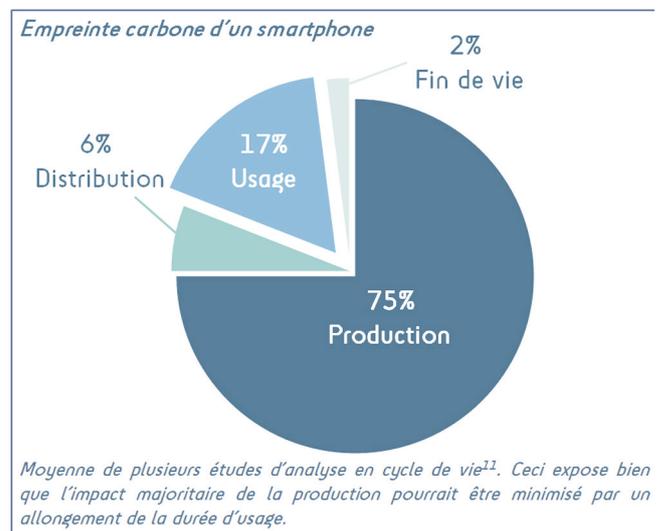
Pour une circularité du secteur, il faudrait, à l'image de la démarche de l'entreprise Fairphone, maximiser l'éco-conception des produits pour minimiser leur impact sur l'ensemble de leur cycle de vie.

Idéalement, une standardisation des modules composant les produits électroniques pourrait permettre leur interopérabilité entre différentes marques.

Enfin, idéalement, il serait intéressant de relocaliser les savoir-faire et les emplois en Europe pour maintenir une filière indépendante de l'Asie et rendre le marché plus résilient. Il faudra pour cela trouver un modèle économique pouvant assumer le prix de la main d'œuvre.

Le marketing, ce grand absent des analyses en cycle de vie

En 2017, 1,46 milliard de smartphones ont été livrés dans le monde⁹. Un tel volume de vente s'accompagne de campagnes de marketing poussant à renouveler son smartphone, indépendamment de son bon fonctionnement. Le modèle économique basé sur la vente induit naturellement cet effort de marketing et le rythme de renouvellement des smartphones qui en découle (2 ans et 2 mois en 2017¹⁰).



L'impact indirect du marketing (utilisation de supports publicitaires digitaux, ou impact de la sur-consommation induite) n'est jamais pris en considération dans les ACV. Il serait très intéressant de développer des indicateurs pour en mesurer l'impact.

Impact de l'usage, la course au "toujours plus"

La moyenne exposée ci-dessus correspond à une estimation de la part des dépenses énergétiques liée à l'usage dans le cycle de vie d'un smartphone à 17%¹¹. Ceci n'étant pas négligeable, des efforts peuvent être réalisés pour réduire cet

impact. L'éco-conception logicielle sur ce point est essentielle, tout comme une évolution des usages pour éviter les "obésiciels" sur les smartphones. Sur ce point, la sensibilisation des utilisateurs reste primordiale pour avancer vers une forme de sobriété. Enfin, cela met en évidence l'importance d'un passage systématique à des fournisseurs d'énergie renouvelable comme Enercoop¹².

Avant de penser au recyclage, maximisons le réemploi et la réparation

L'usage générant une minorité des externalités négatives, la première solution pour limiter celles-ci consiste à allonger la durée d'usage par appareil. Cela passe par une maximisation du réemploi, et une minimisation des coûts de réparation. En ce qui concerne le réemploi, ces dernières années ont vu une explosion du marché des mobiles reconditionnés, qui représente près d'un milliard d'euros¹³. Cependant le taux de réemploi pourrait encore fortement s'améliorer : une étude commandée par Recommerce montre qu'en janvier 2018 moins de 30% des personnes interrogées ont déjà acheté un mobile d'occasion ou reconditionné¹⁴. Au-delà des lacunes de réparabilité, les principaux freins au réemploi sont la difficulté de la collecte, et l'aspect psychologique qui pousse les usagers vers le neuf. Le frein psychologique peut se lever progressivement par des efforts de marketing, alors que la collecte chez les particuliers reste un défi majeur. Un rapport sénatorial de 2016 estime que 100 millions de smartphones sont stockés par les particuliers en France¹⁵.



Pour allonger la durée de vie des appareils il est nécessaire de pouvoir effectuer des réparations à bas coût, or plusieurs verrous compliquent cette stratégie. En premier lieu, le manque d'éco-conception demeure bloquant : sauf rares exceptions, les appareils ne sont pas conçus pour être réparés facilement par les utilisateurs. Par exemple, le remplacement de la batterie d'un iPhone X prend entre 1h et 2h en 43 étapes selon iFixit¹⁶. Ensuite, la constitution de stocks de pièces détachées et le maintien de ces stocks sur le long terme ne sont pas évidents et dépendent fortement du type d'appareil et de l'existence de standards internationaux pour ces pièces. Enfin, la garantie minimum légale de deux ans est trop courte pour pousser les fabricants à maintenir une logistique de réparation. Actuellement la plupart préfèrent proposer un produit neuf de remplacement.

L'illusion du 100% recyclé

Le recyclage constitue le pilier de l'économie circulaire puisque c'est l'étape qui doit "clore la boucle". Selon un rapport de l'ONU, en 2016 seuls 20% des déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E) générés dans le monde ont été correctement recyclés¹⁷. Comme pour le réemploi, la collecte est le premier défi du recyclage. Une large part des D3E sortent des filières agréées et finissent dans des décharges polluantes en Afrique et en Asie¹⁸.



L'amélioration du taux de recyclage constitue le deuxième défi et dépend fortement des matériaux considérés. Pour le cuivre, le taux de recyclage était estimé à 52% en 2015 par le BRGM¹⁹. À l'inverse, l'indium, notamment utilisé dans les écrans tactiles, était recyclé à moins de 1% en 2017.

D'un point de vue technique, le recyclage de l'électronique se décompose en plusieurs méthodes complémentaires. Les plus courantes sont le tri, le broyage, le raffinage chimique et la fonte. Une unité de recyclage va utiliser différentes combinaisons²⁰. Cependant, les combinaisons utilisées industriellement ne permettent pas un recyclage de tous les éléments chimiques présents dans un smartphone. L'entreprise Fairphone a mené une étude détaillée comparant une méthode A, basée sur le tri des modules puis fonte, à une méthode B, de broyage, tri physico-optique, puis fonte. Il en ressort que chaque technique perd une partie des métaux²¹. Par exemple le palladium est récupéré à plus de 80% en A et à moins de 10% en B alors que le fer est à plus de 70% en B mais moins de

10% en A. Par ailleurs, certains métaux comme le tantale ne sont récupérés par aucune des deux approches. Cela illustre la difficulté fondamentale de séparation des matières premières à coût raisonnable.

Le nombre de publications présentant de nouvelles méthodes de recyclage ne cesse de croître. Des liquides ioniques jusqu'aux fluides supercritiques (CO₂ ou eau) en passant par la mécano-chimie, ou encore la biolixiviation, beaucoup de ces techniques restent pour l'instant cantonnées à l'échelle du laboratoire²².



Le coût des unités de recyclage spécialisées doit pouvoir être amorti sur le long terme. Malheureusement, les technologies mises sur le marché évoluent très vite ce qui met en danger de telles initiatives. Par exemple, avec l'arrivée des LEDs sur le marché, le projet Coléop'terre de Rhodia a dû mettre un terme à son activité de recyclage des terres rares contenues dans les ampoules basse consommation en 2016²³.

Enfin, il faut garder à l'esprit que le "tout recyclable" est une illusion. D'abord parce que chaque cycle induit des pertes en qualité et quantité, mais également à cause de l'évolution de la demande. Un rapport de l'ADEME de 2017 montre que dans le cadre d'une croissance annuelle de la demande entre 2 et 3%, le recyclage fournirait moins de 20% de cette demande, et ce en supposant des taux de recyclages importants. De plus, certains usages dispersifs hors de l'électronique rendent impossible toute forme de recyclage des métaux critiques. Par exemple le cobalt sous forme de carboxylates est utilisé comme promoteur d'adhésion caoutchouc-acier dans les pneumatiques. Le cobalt se retrouve ainsi dispersé le long des routes avec l'usure des pneus²⁴.

L'ensemble de ces limitations signifie qu'une électronique circulaire nécessite une baisse importante de la demande ou un changement fondamental de technologie.

Que faire maintenant ?

De l'éco-conception à l'amélioration de la traçabilité des composants en passant par une acculturation des produc-

teurs et des utilisateurs, il reste beaucoup à faire pour atteindre une circularité digne de ce nom. En attendant de futurs sauts technologiques, il est primordial de changer de modèle économique pour sortir du modèle de vente linéaire.

C'est en partant de ce constat que nous avons lancé la coopérative Commown : l'allongement de la durée de vie est au cœur de notre activité. Nous cherchons à maximiser la circularité en associant la réparabilité de produits écoconçus tels que le Fairphone aux avantages de l'économie de l'usage. Nous achetons des appareils à nos producteurs que nous

proposons ensuite en location longue durée sans option d'achat à nos usagers. Nous serons ainsi responsables du suivi des produits en fin de vie, ce qui limitera la rétention chez les particuliers et la dispersion dans les filières illégales. Enfin l'économie de la fonctionnalité garantit un confort d'usage à nos clients et une vision économique pérenne aux producteurs. Ces derniers pourront ainsi se focaliser sur l'écoconception des produits. ■

Références : les sources se trouvent sur cette page web : <https://wiki.commown.fr/Bibliographie>

Sources :

- ¹ ADEME - 2017 - *Epuisement des métaux et minéraux : faut-il s'inquiéter ?*
- ² *Socialter n°28 - L'Âge de Métal*, p. 24
- ³ Guillaume Pitron - 2018 - *La guerre des métaux rares, premier chapitre.*
- ⁴ *Industrie et technologies*, N°1008 Avril 2018, page 34.
- ⁵ ADEME - 2017 - *Impacts du smartphone*
- ⁶ *Usine Nouvelle* - 2011 - *L'industrie du disque dur touchée par des inondations en Thaïlande*
- ⁷ Greenpeace - 2017 - *From smart to senseless*
- ⁸ Apple - 2018 - *Environmental Responsibility Report*
- ⁹ IDC *Smartphone market share*
- ¹⁰ ADEME - 2017 - *Des tiroirs plein de téléphones remplacés*
- ¹¹ Fraunhofer - 2016 - *Life Cycle Assessment of the Fairphone 2 ; (5) et (6)*
- ¹² <http://www.enercoop.fr/>
- ¹³ *Les Echos* - mars 2018 - *Les portables d'occasion, un marché à un milliard d'euros*
- ¹⁴ *Recommerce et Kantar TNS* - 2018
- ¹⁵ Marie-Christine Blandin - 2016 - *Rapport Sénatorial n° 850*
- ¹⁶ <https://www.ifixit.com/Guide/iPhone+X+Battery+Replacement/103390>
- ¹⁷ ITU - 2017 - *Global eWaste Monitor*
- ¹⁸ *Les Amis de La Terre* - 2016 - *les dessous du recyclage*
- ¹⁹ BRGM 2018 - *Le cuivre (Cu), éléments de criticité*
- ²⁰ UNEP - 2013 - *Metal recycling, opportunities, limits and infrastructure*
- ²¹ *Fairphone 2017 - Recyclability Report*
- ²² *La lettre de la recherche du BRGM N°5 Février 2017, Industrie et technologies*, N°1008 Avril 2018, page 32 / Mengmeng Wang et al., *Front. Environ. Sci. Eng.* 2017, *Recovery of rare and precious metals from urban mines*
- ²³ *Usine nouvelle* - janvier 2016 - *Solvay renonce au recyclage des terres rares*
- ²⁴ BRGM - 2014 - *Panorama 2013 du marché du cobalt*

Les métiers de l'économie circulaire : du chiffonnier au start-uper... en passant par l'ingénieur !



Claire TUTENUIT (CM79)

Déléguée Générale de EpE (Association Française des Entreprises pour l'Environnement)

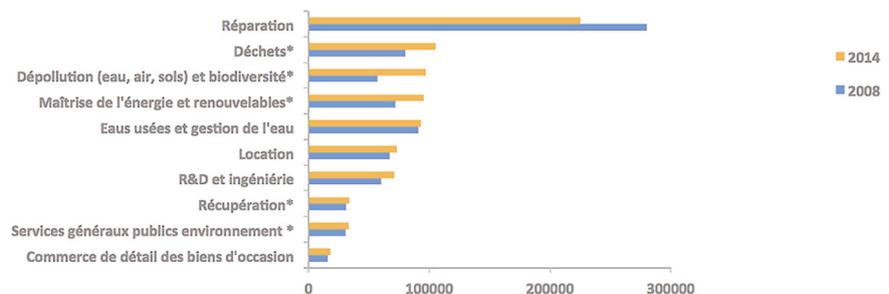
L'économie circulaire est vieille comme le monde, et jusqu'il y a peu de siècles tout se recyclait : chiffonniers, rémouleurs, élevage domestique de poules ou cochons permettaient de se passer de décharges.

L'économie linéaire est apparue avec la révolution industrielle et la civilisation urbaine : les déchets sont devenus trop complexes à réacheminer vers les élevages, l'espace trop coûteux pour entretenir des cochons sur place ou garder des objets qui ne serviraient peut-être que des années plus tard... L'invention de la poubelle vers 1880 a marqué l'avènement d'une nouvelle civilisation : la société de consommation, où l'on consomme sans produire en parallèle et où l'on se débarrasse de déchets en grande quantité.

En revanche, de nouvelles formes d'économie circulaire étaient déjà apparues en ville, permises par cette densité-même : brocantes, consignes de bouteilles, logements en location et transports en commun ne sont possibles qu'en

zone urbaine où il y a assez d'utilisateurs pour justifier un investissement lourd : transporter les antiquités ou produits de seconde main, investir dans l'infrastructure et le fonctionnement des transports en commun ou de transports dédiés, investir dans des logements à usage locatif avec la quasi-certitude qu'ils se loueront.

Emploi dans l'économie circulaire, en milliers d'équivalents temps plein, 2008-2014



* Calcul SOeS : estimation d'emploi par produits. "Dépollution (eau, air, sol) et biodiversité" intègre l'agriculture biologique (réhabilitation des sols). Les déchets comprennent les déchets radioactifs. Voir Auzanneau M. (2015), Les éco-activités et l'emploi environnemental en 2013 : premiers résultats SOeS. Champ ; France entière. Sources : enquête Emploi et comptabilité nationale de l'Insee, SOeS, estimation des auteurs

Depuis une vingtaine d'années, plusieurs nouveaux défis justifient toutefois un renouvellement et de nouveaux concepts dans l'économie circulaire pour y faire apparaître des métiers plus techniques, des métiers d'ingénieurs – qui vont être au centre de la suite de cet article :

- La préservation de l'environnement répond au défi de l'espace de stockage des déchets : nous ne voulons plus voir ni sentir les immenses décharges que connaissent encore les pays en développement, polluantes pour les riverains comme pour les employés qui y travaillent ;
- La rareté croissante de certaines ressources, minérales, énergétiques ou renouvelables conduit à en optimiser l'usage et le réemploi ;
- Arrêter le réchauffement climatique suppose une efficacité énergétique très accrue, une consommation d'énergie fossile ou de matériaux intensifs en énergie réduite, une réduction des émissions des transports, et donc de nouvelles formes d'organisation de l'économie, plus circulaires ;
- L'économie circulaire est une activité locale, peu délocalisable et plutôt intensive en emplois ; son développement rencontre donc le souci des autorités publiques de stimuler l'emploi sur le territoire national : 800 000 emplois sont déjà repérés comme emplois de l'économie circulaire¹.

De nombreuses initiatives sont ainsi nées, en France et ailleurs pour accroître la circularité de l'économie. Très

Claire TUTENUIT (CM 79)

Ancienne élève de l'École Normale Supérieure, Claire est agrégée de mathématiques, lauréate de l'Institut d'Études Politiques de Paris et Ingénieur au Corps des Mines.

Après une carrière au Ministère de l'Industrie (DRIRE Île-de-France puis Dhycra) puis à la Compagnie Générale des Eaux (aujourd'hui Veolia), elle est entrée dans le groupe Matra-Défense Espace, où elle a exercé diverses responsabilités de stratégie et développement.

Elle est depuis 2006 Déléguée Générale de EpE (Association Française des Entreprises pour l'Environnement, www.epe-asso.org), think tank de 40 grandes entreprises de tous secteurs sur l'environnement. Elle exerce aussi des missions de conseil en stratégie.

Claire Tutenuit est auteur de nombreux articles, et d'un livre avec Teddy Follenfant, « Cinq ans après, la métamorphose » sur le développement durable dans les entreprises.

Elle est administrateur de FNH et de l'Ineris.

diverses, elles font intervenir les consommateurs (tri des déchets, allongement de la durée de vie de certains produits, recours à des biens plus collectifs), des associations, les collectivités locales, les pouvoirs publics (organisation du service de gestion des déchets), les entreprises, de nouvelles entreprises, etc., c'est une nouvelle économie qui émerge peu à peu. Nouvelle économie, nouveaux métiers ? Oui, bien sûr, et c'est ce que nous allons voir à la fois sur les sujets techniques, sur les modèles économiques, sur les modes d'organisation et de gouvernance locaux.

De quoi en tout cas inspirer jeunes ingénieurs, cadres confirmés qui peuvent se lancer dans l'aventure entrepreneuriale, dirigeants d'entreprise en quête de diversification, porteurs de projets d'économie sociale et solidaire, acteurs locaux, etc.

L'éventail des métiers de l'économie circulaire peut être décrit selon plusieurs grilles :

- La technicité : sont-ce des métiers d'ingénieurs ? L'image de l'économie circulaire est souvent celle d'emplois d'insertion peu qualifiés ;
- L'économie : quels modèles économiques, l'économie circulaire est-elle un secteur riche ou pauvre ?
- L'organisation : secteur privé, secteur public, quels acteurs ont des rôles à jouer et lesquels ?

Le champ de l'économie circulaire est suffisamment vaste pour qu'au-delà des métiers de l'économie circulaire, il faille aussi parler de compétences de l'économie circulaire, qui peuvent ou pourraient être intégrées à tous les métiers. La seconde partie de l'article leur est consacrée.

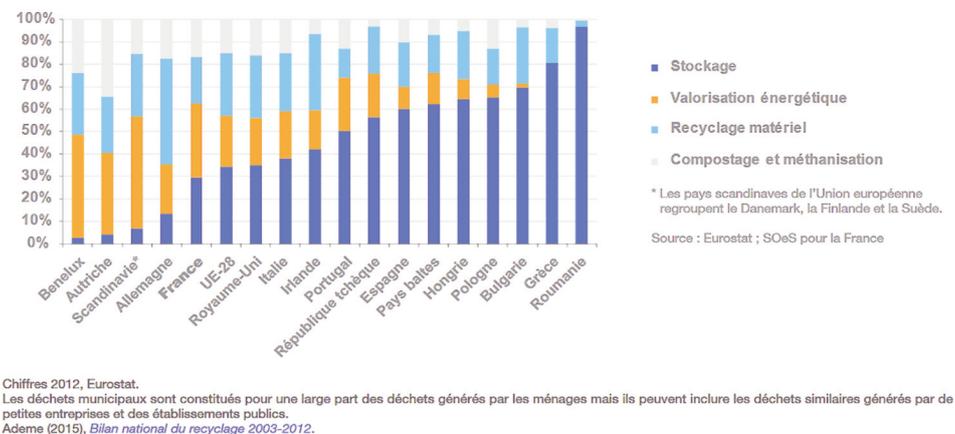
L'économie circulaire : un vaste champ d'innovation et de nouveaux métiers

La réutilisation de ressources est l'un des défis majeurs de notre société, et l'éco-conception des objets, gros ou petits, que nous utilisons pour notre vie quotidienne appelle à la fois beaucoup d'innovation, et une solide culture d'ingénieur généraliste, pour surmonter les obstacles.

En 1980, j'ai consacré mon voyage de fin d'études au recyclage des métaux non ferreux au Japon ; une expérience instructive, dans la mesure où j'ai vu le contraire de ce qu'était alors l'image de l'industrie japonaise électronique qui faisait rêver toute ma génération : des ateliers sales, où des dames d'aspect modeste, d'âge moyen voire mûr, triaient sur des tapis roulants des bouts de métal déchetés issus du broyage des voitures.

Cette image du tri manuel de déchets en vue de leur recyclage reste vivace dans d'autres esprits que le mien ; elle est encore en partie justifiée, lorsqu'on évoque les créations d'emplois de l'économie circulaire. Certaines installations

Graphique 1 – Traitement des déchets municipaux en Europe, 2013



font appel à des emplois non qualifiés qui peuvent être utilisés comme emplois d'insertion, avec assez peu de technicité au début – l'enjeu de cette insertion est alors de faire évoluer les personnes concernées vers des qualifications plus pointues.

Ces secteurs ont pourtant bien changé et font aujourd'hui largement appel à des compétences très pointues : le tri optique de déchets par exemple utilise des instruments très sophistiqués et les algorithmes de traitement de signal les plus avancés, pour suivre les cadences d'arrivée des déchets en minimisant les erreurs et refus de tri. Les secteurs de la chimie font aussi appel à des compétences pointues : le recyclage de solvants, de batteries, d'appareils électroniques, par exemple, est une activité aussi technique que la conception et la production de ces produits. Le recyclage de plastiques suppose de gérer les additifs qui peuvent se trouver dans les plastiques usagés, pour éviter de les diffuser dans des usages qui ne les supporteraient pas. Le recyclage de bouteilles est très ancien alors que celui du verre plat commence à peine, pour des raisons à la fois techniques et logistiques.

De manière générale, le tableau ci-dessus montre une évolution vers l'abandon progressif du tri dans les économies les plus sensibles à l'environnement (Scandinavie) mais aussi les plus denses (Benelux, Allemagne), là où le stockage de déchets ne trouve plus de place et où le recours à l'économie circulaire est la seule solution possible, peut-être aussi là où les comportements sociaux sont les plus cohérents avec la discipline de tri.

Il montre l'évolution vers une technicité accrue : méthanisation et recyclage matériel, activités plus techniques, prenant peu à peu la place de l'incinération et du stockage. En Allemagne, de nombreux fermiers ont acquis des méthaniseurs et ce revenu complémentaire est devenu leur activité principale en termes de chiffre d'affaires – leur métier s'est aussi transformé en métier industriel.

À l'autre bout de la chaîne, ou de la boucle, les métiers de l'éco-conception sont aussi émergents et de plus en plus sophistiqués dans certains secteurs ; en même temps que les entreprises du recyclage apprennent à tout recycler (comment faire des balles de papier assez cubiques pour s'empiler fermement ? Pas si simple...), les fabricants de produits

apprennent à concevoir ceux-ci pour faciliter ou rendre possible leur recyclage, et à utiliser des matériaux issus du recyclage. Les entreprises du secteur automobile le font depuis longtemps et arrivent aujourd'hui à intégrer plus de 20% de plastique recyclé dans les pare-chocs ou planches de bord. On est encore loin de l'économie circulaire, et les défis techniques restent réels : les matériaux recyclés doivent avoir les mêmes performances, ne pas contenir de produits dangereux, ils doivent être stables et constants dans leurs performances, ce qui est rarement le cas des gisements de matières secondaires... La définition des process industriels doit donc adapter offre et demande pour ces nouveaux matériaux.

Certains secteurs, et notamment tous ceux qui gèrent des composants électroniques à durée de vie potentiellement inférieure à la durée de vie des pièces inertes, ont entrepris cet ajustement, mais plus récemment et avec une difficulté liée à l'évolution rapide des technologies : la réparabilité des produits pendant dix ans, qu'a lancée le groupe Seb², suppose de constituer des stocks de composants électroniques qui dureront longtemps après qu'ils aient cessé d'être utilisés dans les produits neufs ; la compétence à développer est en matière de logistique et traçabilité numérique... mais nul doute que les produits actuellement en conception seront différents, pour être plus facilement et plus longtemps réparables !

Enfin, l'économie circulaire est l'un des domaines où la digitalisation peut faire apparaître certains métiers innovants : sans parler d'Uber, de Blablacar ou d'AirBnB, la logistique est l'un des domaines où de nouveaux algorithmes ouvrent de nouveaux services, comme le montrent deux exemples :

- Phenix⁴ propose un service dans lequel les supermarchés scannent les produits proches de leur date limite de vente qu'ils sortent des rayons ; ces produits sont alors introduits sur une place de marché numérique où les associations caritatives locales peuvent voir ce qu'il y a dans chaque supermarché, réserver le lot et venir le chercher au plus tôt, optimisant leur tournée en fonction des produits disponibles dans les différents magasins d'une ville ; il évite ainsi des détours vers des magasins où d'autres auront épuisé le stock avant leur passage. Le résultat est une vraie réduction du gaspillage alimentaire et une amélioration nette du service aux plus démunis.
- Kaross⁴ est une application qui organise le covoiturage à courte distance. Au lieu de nécessiter comme Blablacar⁵ plusieurs échanges de mails entre les usagers (conducteurs et voyageurs) pour permettre l'acceptation par chacun de l'identité de l'autre, il se fonde sur des statistiques de déplacements pour permettre à un voyageur de trouver en deux clics et quelques secondes pour son trajet un chauffeur qui pourra le prendre sans se détourner de son itinéraire. C'est la puissance de l'algorithme qui permet cette instantanéité – et elle peut encore être améliorée.

Ce besoin d'ingénieurs aptes à développer des applications et algorithmes toujours plus performants pour adapter une offre de produits à recycler à des besoins de matériaux ou composants toujours plus diversifiés ou pour créer l'économie de fonctionnalité qui crée de la valeur sans accroître l'usage de matière supplémentaire déplace la question de la

technique à l'économie. L'économie circulaire fait en effet appel à des modèles d'affaires plus complexes que l'économie linéaire.

Quels métiers et quelles compétences pour quels modèles économiques ?

Le développement des boucles locales fournit un premier exemple de cette complexité : l'une des façons de décarboner l'économie est de réduire la quantité de transport incluse dans chaque bien, et donc de relocaliser autant que possible certains circuits d'approvisionnement. Nombre d'initiatives ont été prises dans certaines villes ou territoires, pour organiser au mieux les échanges entre entreprises et faire en sorte que les déchets de l'une soient valorisés par d'autres acteurs locaux⁶. Ces « plans de gestion matières » des territoires font partie des compétences des agglomérations et des régions, et certains se développent activement, en France et en Europe. Emballages, chaleur, eau⁷, déchets, etc., le réemploi local de certaines matières premières ou secondaires améliore l'économie. Cette ingénierie collective est une nouvelle direction de développement des grandes entreprises de déchets, car elle repose sur des technologies de gestion de flux, de logistique instantanée, elles aussi assez poussées : quand le coût d'un matériau est essentiellement celui du transport, il n'est pas compétitif de charger et décharger deux fois : la compétitivité sera à celui qui saura gérer les flux pour ne faire qu'un transfert entre la source et la réutilisation du matériau sans stockage intermédiaire.

Cet exemple des boucles locales aide à comprendre certains défis de l'économie circulaire.

Plusieurs paradoxes rendent en effet instables et au moins complexes les modèles économiques de l'économie circulaire, où tout le monde n'est pas BlaBlaCar ou AirBnB :

- Les coûts : chacun s'attend à ce qu'un produit recyclé soit moins cher qu'un produit neuf. Or le coût de la récupération de produits usagés est souvent assez élevé, et leur traitement coûteux (tri, logistique, remplacement de certaines pièces, vérification, garantie de fonctionnement, etc.), pesant sur l'équilibre économique. Le prix d'une voiture d'occasion est moindre certes que celui d'une voiture neuve, mais significatif si l'on demande un service comparable à celui disponible sur une voiture neuve. Sur un autre marché plus en amont, le coût du papier récupéré peut se tendre sur le marché international si l'Asie du Sud-Est, atelier du monde, a besoin de carton d'emballage pour ses produits ; les coûts de fabrication en Europe de papier recyclé, qui tire sur les mêmes gisements de papier récupéré, deviennent alors plus élevés que celui du papier à base de fibre vierge, le prix de ce papier neuf empêchant une répercussion des coûts de production du papier recyclé dans ses prix. L'économie circulaire fonctionne si deux marchés indépendants sont à peu près en phase, pas un seul.
- Les combustibles de récupération sont un autre exemple de cette instabilité : ils sont fabriqués avec des déchets organiques, et peuvent être utilisés, par des cimenteries par exemple, à la place de combustibles fossiles. Or, s'ils sont très compétitifs par rapport à de la biomasse neuve, ils ne le sont pas toujours en période de faible prix des fossiles

(gaz, fuel ou charbon) ; les CSR demandent des traitements et du transport, et ont donc des coûts fixes non négligeables ; l'équilibre économique vient dans ce cas de ce que le fournisseur des matières organiques paye pour s'en débarrasser, apportant un complément de revenu au modèle économique.

- Du produit au service ? L'un des ressorts de l'économie circulaire est l'économie de fonctionnalité, qui consiste à économiser l'investissement matériel en le faisant utiliser par un maximum d'utilisateurs. Une part croissante du marché des transports et du tourisme relève de cette logique, et elle a trouvé des modèles économiques avec Blablacar ou Airbnb par exemple, en partageant la valeur créée par un usage plus intensif de certains équipements. L'extension à d'autres biens moins coûteux (la fameuse « perceuse du voisin », certains équipements électroménagers, etc.) paraît plus difficile et montre les limites de la valeur créée, dont une partie est compensée par des coûts de transaction certes de plus en plus faibles mais non négligeables par rapport à celle du produit neuf, surtout si l'on valorise le temps personnel d'accès à ces produits partagés. Résoudre ces équations dans un nombre croissant de situations ouvre des métiers nouveaux, encore en chantier.
- Faire de nouveaux métiers avec de vieux : le retour de la consigne ? Recyclage de verre cassé, ou recyclage de bouteilles ? Les deux ont été expérimentés et restent en concurrence avec des modèles économiques un peu différents : il faut rémunérer les consommateurs pour qu'ils ramènent des bouteilles entières, alors que l'on peut les contraindre à recycler le verre en leur interdisant, avec plus ou moins d'efficacité, de le jeter avec les déchets ordinaires. Les deux fonctionnent, semble-t-il, et le choix dépend plus de considérations sociales (pédagogie collective, tradition, etc.) que d'une grande différence dans la rentabilité des deux circuits.

Économie et technologie ouvrent donc de nouveaux métiers dans l'économie circulaire, mais avec des limites et une complexité venant de ce que le produit ou service dépend de plusieurs marchés ayant des logiques différentes. La compétence économique de l'ingénieur ou de l'entrepreneur est un ingrédient indispensable de la réussite, et les composantes environnementales de ce secteur doivent souvent être valorisées pour compléter l'équation économique.

Des organisations territoriales et économiques à repenser ? C'est pourquoi le déploiement à grande échelle, voire la généralisation de l'économie circulaire dépend largement de l'intervention des pouvoirs publics, ce qui ajoute une catégorie de métiers à ceux déjà décrits : l'administration et l'organisation de l'économie circulaire. Les régions qui sont en charge de préparer des plans de gestion matière, les négociateurs des « green deals de l'économie circulaire », les économistes publics qui réfléchissent à la fiscalité des déchets, des pollutions ou du transport, ou à la contribution climat-énergie relèvent de ces nouveaux métiers⁸.

C'est aussi à cause de cette instabilité du modèle économique que certains champs de l'économie circulaire restent du ressort de l'économie sociale et solidaire, bénéficiant de coûts salariaux réduits et de davantage de flexibilité.

De nouvelles compétences dans tous les métiers

La diversité des exemples ci-dessus montre que la construction d'une économie circulaire bouleverse en fait de nombreux métiers industriels ou énergétiques, ce qui pose la question des compétences de l'économie circulaire à intégrer. L'analyse des usages préalable à la conception d'un produit, le design des pièces, le choix des matériaux doivent prendre en compte les futurs possibles du produit au-delà de l'usage pour lequel il est conçu.

Où l'entreprise veut-elle se situer ?

La réflexion sur un produit ne se limite pas à son marché, mais s'élargit à un positionnement stratégique sur le « papillon » des nouvelles chaînes de valeur. Cet élargissement influence tous les métiers qui contribuent à la mise en marché du produit. Sans changer les métiers, il conduit à intégrer de nouvelles compétences et d'abord celle de la maîtrise d'une complexité accrue.

Les nouveaux défis

En conclusion, nous avons vu la diversité des métiers de l'économie circulaire, largement en dehors des entreprises du secteur des déchets, l'importance de compétences de l'économie circulaire à intégrer dans la plupart des métiers traditionnels, les défis économiques de ces activités. Plusieurs pistes s'ouvrent aujourd'hui autour de nouveaux défis à résoudre :

- Recyclage des déchets du bâtiment : activité ancienne, oubliée mais qui se redéveloppe et amène à repenser la conception des bâtiments⁹ ;
- Allongement de la durée de vie des biens immobiliers, en prévoyant dès l'origine une certaine flexibilité dans les usages voire des usages partagés ;
- Exploitation de mines urbaines, donc de minéraux rares ou précieux à partir des déchets ;
- Application des mêmes concepts de l'économie circulaire à la bioéconomie ;
- Emergence de nouveaux partenariats, de nouvelles filières ou groupements transverses dédiés à certains matériaux...

Autant de nouveaux champs d'innovation, de recherche, de nouveaux modèles... qui devraient stimuler les jeunes ingénieurs d'aujourd'hui et demain ! ■

¹ http://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/na46_economie_circulaire_07042016_finale-web.pdf

² <https://www.seb.fr/produits-reparables>

³ www.wearephenix.com

⁴ <https://www.karos.fr/>

⁵ BlaBlaCar vient de lancer BlaBlaLines, nouveau service courte distance, sans doute sur des algorithmes de même type.

⁶ Voir par exemple <https://www.cairn.info/revue-d-economie-regionale-et-urbaine-2017-5-p-819.htm>

⁷ Voir par exemple l'ABC d'eau de EpE : <http://www.epe-asso.org/abc-deau-avril-2018/>

⁸ <http://www2.developpement-durable.gouv.fr/Economie-circulaire-les-52357.html>

⁹ L'École des Mines de Paris a une chaire d'Ecoconception des Ensembles Bâti en partenariat avec Vinci.