

# Economie circulaire et décarbonation, deux mots qui vont bien ensemble sous conditions

The circular economy and decarbonization, two terms that align well when the right conditions are in place

Flore Berlingen<sup>1</sup> et Judith Pigneur<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cofondatrice de l'association Observatoire du Principe pollueur-payeur, flore@opopa.org

<sup>2</sup> Cheffe du projet Minimal dans l'association NégaWatt, judith.pigneur@negawatt.org

Interviews réalisés par Sophie Boutillier<sup>3</sup> et Rony Al-Haddad<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Université du Littoral Côte d'Opale, Sophie.boutillier@univ-littoral.fr

<sup>4</sup> Université du Littoral Côte d'Opale, rony.al-haddad@univ-littoral.fr

**RÉSUMÉ.** La décarbonation et l'économie circulaire sont généralement appréhendées comme les solutions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et le réchauffement climatique. Dans les faits, ce n'est pas si simple. L'économie circulaire qui consiste à collecter et valoriser des biens de consommation usagés est un moyen non de réduire la production de déchets, mais au contraire de l'accroître, puisque les déchets ainsi collectés sont appréhendés comme des ressources. L'économie circulaire est cependant indispensable (selon certaines conditions) pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, et plus encore dans une optique de décarbonation. Les énergies renouvelables (solaire, éolien notamment) nécessitent l'exploitation de ressources minières. Mais, l'exploitation de nouvelles mines est source de production de gaz à effet de serre. Pour rompre ce cercle vicieux, il faut revoir notre modèle de production et de consommation.

**ABSTRACT.** Decarbonization and the circular economy are generally considered as solutions for reducing greenhouse gas emissions and climate change. In fact, it is not quite that simple. The circular economy, does not necessarily reduce waste production; instead, it can actually increase it, as these collected goods are treated as resources. That said, the circular economy is essential (under certain conditions) for reducing greenhouse gas emissions, and particularly in the context of decarbonization. Renewable energies like solar and wind require the extraction of mineral resources, and exploiting new mines generates greenhouse gas emissions. To break this vicious circle, we need to review our production and consumption model.

**MOTS-CLÉS.** décarbonation, économie circulaire, exploitation minière, croissance économique.

**KEYWORDS.** decarbonization, circular economy, mining exploitation.

## 1. Introduction

En juillet 2024, nous avons interviewé deux spécialistes de l'économie circulaire et de l'exploitation minière, Flore Berlinger et Judith Pigneur. Flore Berlinger a publié plusieurs ouvrages sur l'économie circulaire, qu'elle critique dans son état actuel, car selon ses dires l'économie circulaire est incompatible avec une augmentation de la production et de la consommation de masse. Il n'y a pas de frein à la consommation d'objets jetables, si le consommateur part du principe que le produit en fin de vie sera recyclé. Pour que l'économie circulaire puisse être profitable, il convient de revoir notre modèle économique, car nous sommes toujours dans une économie linéaire, où l'on a introduit avec parcimonie de l'économie circulaire.

Judith Pigneur est géologue. Elle s'interroge sur les conséquences de l'intensification de l'exploitation minière comme un effet négatif de la décarbonation, puisque le développement des énergies renouvelables comme l'éolien et le solaire, nécessite de plus en plus de minerais, tels que le

cobalt, le lithium, le nickel... Dans ces conditions, l'économie circulaire est une solution pour limiter l'exploitation minière. Il convient de limiter l'exploitation minière et d'éviter l'ouverture de nouvelles mines. Ces deux interviews convergent vers l'idée selon laquelle les solutions techniques sont insuffisantes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et qu'il importe de revenir sur les fondements productivistes de notre système industriel.

## **2. Les faces cachées de l'économie circulaire, pourtant une voie d'avenir**

### **2.1. Comment avez-vous été amenée à développer une analyse critique du recyclage ?**

Je suis Flore Berlingen<sup>1</sup>. Dans le cadre de mon activité professionnelle au sein de l'association « Zero Waste France » entre 2008 et 2020, j'ai pu observer le jeu des acteurs en matière de gestion des déchets et de recyclage<sup>2</sup>. Nous expliquions qu'il était important de développer des politiques publiques pour mettre l'accent sur les 3 ou 4 « R », pour réduire, réutiliser, réparer et recycler. Cela signifie qu'il faut penser à recycler, mais aussi à réemployer, en tout premier lieu. L'incinération et le stockage sont quant à elles des solutions de dernier recours.

Mais notre travail d'incitation à la réduction des déchets a montré ses limites, face à un discours dominant de promotion du recyclage. Or le problème ne tient pas seulement au fait que le recyclage est insuffisant pour faire face aux besoins. Le problème est que la promotion du recyclage est devenue contreproductive par rapport aux objectifs environnementaux de prévention pourtant fixés par les politiques publiques actuelles. Cela nous a amené, chez « Zero Waste France », à durcir un peu le discours, tout en faisant attention à notre vocabulaire, car la critique du recyclage, peut être perçue comme un risque de décourager les consommateurs et les industriels de trier. Ce qui n'est évidemment pas l'objectif, car il faut trier et le recyclage est indispensable. L'objectif de la critique est bien de dénoncer des stratégies contreproductives par rapport aux objectifs de réduction des consommations et des déchets.

### **2.2. Que peut-on dire des progrès de l'économie circulaire ces dernières années ?**

On arrive à l'heure actuelle à une situation paradoxale, alors que l'on développe l'économie circulaire depuis plusieurs années : on constate une augmentation des déchets à l'échelle globale. Dans certains pays, on met certes moins de déchets en décharge ou moins de déchets sont incinérés, mais cela ne signifie pas que la quantité produite de déchets baisse. Plus encore, il faut regarder les courbes d'extraction des matières premières, car ces courbes sont encore plus impressionnantes. Elles sont exponentielles. L'extraction de matières premières est en croissance, ce qui fait exploser les tonnages de matières extraites. C'est finalement l'indicateur qu'il faudrait regarder en premier lieu, pour évaluer l'efficacité des politiques d'économie circulaire. Il montre clairement que le recyclage n'a pas permis de réduire la consommation de ressources, par un effet de substitution.

Par ailleurs, il faut revenir sur cette notion d'économie circulaire, qui est trop souvent réduite au seul recyclage. Les définitions de référence, comme celle de l'ADEME, incluent la prévention au travers du réemploi.

### **2.3. Existe-t-il une ou plusieurs politiques d'économie circulaire ?**

Il y a trois façons d'appréhender l'économie circulaire : on peut envisager tout d'abord l'économie circulaire comme une réponse à une production de déchets. C'est un peu de cette façon que l'économie circulaire s'est développée en France depuis plusieurs décennies, face à l'augmentation massive de la production de déchets. Les collectivités publiques, l'Etat et l'ADEME se sont emparés de l'économie

---

<sup>1</sup> Flore Berlingen est autrice de plusieurs ouvrages sur l'économie des déchets et l'économie circulaire, notamment : Berlingen F., 2020, *Recyclage : le grand enfumage. Comment l'économie circulaire est devenue l'alibi du jetable*, Editions Rue de l'échiquier.

<sup>2</sup> Berlingen F., 2022, *Permis de nuire. Sous le règne des pollueurs-payeurs*, Editions Rue de l'échiquier.

circulaire en réponse à cette problématique, et en tant qu'alternative à l'incinération et au stockage. Cette prise de conscience s'est développée en partie suite aux alertes émanant d'associations qui dénonçaient les effets délétères des incinérateurs sur la santé publique. Dans cette vision, les économies de ressources éventuellement réalisées grâce au recyclage sont perçues « bénéfices collatéraux ».

Mais on peut aussi regarder l'économie circulaire avec un point d'entrée « ressource », plutôt qu'un point d'entrée « déchet ». Le problème à résoudre dans ce cas, porte avant tout sur l'extraction de matières premières, minérales ou autres, qui croît fortement et de manière non soutenable parce que ces ressources sont finies. L'économie circulaire peut alors être perçue comme un moyen de mieux gérer ces matières, et d'éviter la pénurie.

Enfin, il y a une troisième façon de regarder l'économie circulaire, comme un moyen de faire face aux enjeux de décarbonation, liés à l'énergie et aux émissions de gaz à effet de serre. Cela se rapproche de la deuxième vision, car à partir du moment où l'on essaie de réduire les activités d'extraction, on va forcément réduire les émissions de gaz de serre.

Ce sont donc trois entrées différentes, qui bien sûr se rejoignent, se conjuguent et entrent en synergie. Mais, ce sont trois approches néanmoins distinctes qui peuvent donner des résultats différents en termes de stratégies de politique publique.

La priorisation des actions pourra par exemple varier selon le type d'entrée, « déchet », « ressource » ou « carbone ». Cela peut se traduire par un choix d'indicateurs et des objectifs différents. Par exemple, si on opte pour l'entrée « déchet », on peut choisir des pourcentages de collecte ou de tri sur le gisement total de déchets. Alors que si l'on a une approche « ressource », on choisira plutôt des indicateurs sur l'utilisation de la matière recyclée et on travaillera sur des objectifs ou des obligations d'incorporation de matière recyclée dans les nouveaux produits. Ce sont vraiment deux approches différentes. Si on met l'accent sur l'entrée « déchet », l'accent est mis sur l'offre de matières recyclées, alors que si l'on choisit l'entrée « ressource », on va plutôt jouer sur la demande de matières recyclées. On ne cible pas les mêmes acteurs, et jusqu'à présent on a plutôt privilégié la première approche. Il est temps de passer à la deuxième approche, même si elle existe déjà bien qu'elle soit encore insuffisamment utilisée à ce stade.

#### ***2.4. Quels sont les autres facteurs qui peuvent influencer la progression de l'économie circulaire ?***

La question de l'économie circulaire ne peut ignorer celle de l'énergie qui est centrale. Le facteur énergie est déterminant dans la manière dont on utilise les ressources. Le facteur qui va permettre ou non d'exploiter une ressource, c'est l'accès à l'énergie. Tant que l'on s'appuie sur de l'énergie humaine, on sera limité en capacité et en rapidité. Le facteur déterminant est par conséquent l'abondance de l'énergie disponible et son prix. Sur le plan historique, l'économie linéaire n'est pas apparue avec les « trente glorieuses », mais elle s'est développée à partir du moment où une ressource d'énergie abondante était disponible et a permis d'exploiter la ressource disponible de façon beaucoup plus rapide que précédemment.

#### ***2.5. A quelle période peut-on considérer qu'une transition d'une économie linéaire vers une économie circulaire a commencé ?***

L'économie circulaire est un concept assez ancien, qui remonte aux années 1970, mais son utilisation est beaucoup plus récente. Dans l'orientation des politiques publiques, on a vu apparaître les premiers textes sur l'économie circulaire à la fin des années 2000. Il n'y a pas eu un moment clé à partir duquel tout se renverse. C'est plutôt quelque chose qui est devenu de plus en plus présent dans les discours et dans les objectifs des politiques publiques comme dans ceux des entreprises, mais pas toujours dans la réalité, si l'on regarde les taux d'extraction de matières premières. L'économie circulaire n'a pas permis d'enrayer l'augmentation de l'extraction minière. On est toujours dans une

économie linéaire dans laquelle un peu de circularité est mise en place. L'économie circulaire ne s'est pas substituée à l'économie linéaire. Elle s'est développée en plus de l'économie linéaire qui elle-même a continué à se développer. On observe par conséquent non une substitution d'un mode de gestion des déchets par rapport à l'autre, mais une accumulation des deux. Ce qui rejoint le débat sur la notion de transition énergétique. Certains chercheurs considèrent qu'il y a une addition des types d'énergie utilisés, et non substitution. On peut donc faire le parallèle entre les deux phénomènes.

## **2.6. Quelle est l'influence des politiques d'économie circulaire sur la perception des déchets ?**

Depuis les débuts des politiques d'économie circulaires, les décideurs privés et publics ont beaucoup insisté sur le fait que les déchets avaient (désormais) de la valeur. Ce discours très positif et encourageant a vocation à produire un effet d'entraînement, pour développer des filières de recyclage, pour ne pas gaspiller, pour éviter que des matières finissent à la décharge. Il faut aussi considérer le fait que certains acteurs avaient, et ont toujours, intérêt à ce que ce discours soit martelé. « Nos déchets sont des ressources » a été le slogan de Véolia. Cette idée a fini par s'imposer, alors que l'on devrait plutôt dire : « ne faisons pas des déchets de nos ressources ». Cela nous conduit à deux choses, d'abord aux conséquences de ces discours sur le citoyen qui trie ses déchets et peut ainsi considérer que ce qu'il jette ce ne sont plus des déchets, mais des ressources. Autrement dit, que tous les emballages qu'il met dans le bac de tri n'ont plus d'importance, car on considère qu'ils sont tous recyclés, alors que ce n'est pas le cas. Par ailleurs, sur les consignes de tri figurant sur les emballages, il y a désormais une opposition entre les mots « jeter » et « trier ». Soit on jette, soit on trie. On est face à un choix qui est très symbolique. L'idée qui est transmise, c'est que trier, ce n'est pas vraiment jeter.

## **2.7. Quel problème cette évolution sémantique pose-t-elle ?**

C'est en fait une dérive de la sensibilisation du public qui va totalement à l'inverse d'une politique de prévention, à la fois de limitation des déchets et de préservation des ressources. Ce qui alimente la surconsommation. C'est anti-pédagogique. Le consommateur est conforté dans l'idée selon laquelle il existerait quelqu'un qui va récupérer les déchets pour en faire un usage approprié. Par ailleurs, à force de dire que nos déchets sont nos ressources, cela influence les politiques publiques, les investissements et on se retrouve dans une situation où on privilégie le recyclage, plutôt que la prévention. Ce n'est pas seulement la conséquence des campagnes de communication, c'est aussi parce que le développement de filières de recyclage peut apparaître comme plus facile à mettre en œuvre. Faire de la prévention semble souvent plus compliqué, car cela implique d'agir sur les comportements, de remettre en question l'usage des emballages. Le recyclage absorbe ainsi la majorité des financements au détriment des financements pour la prévention.

## **2.8. Est-ce si grave ? D'excellents résultats en termes de recyclage ne pourraient-ils pas compenser une moindre prévention ?**

La prévention s'attaque aux quantités mises sur le marché, tandis que le recyclage relève de l'amélioration des processus de production et de gestion des déchets. Tant que l'on ne pose pas la question de la quantité d'objets ou d'emballage produits, et de la croissance de cette quantité, on ne s'attaque pas à la racine du problème. On essaye de faire progresser le recyclage, mais les économies d'énergie, la consommation de matières premières, les réductions de gaz à effet de serre... sont annulées par l'augmentation des volumes. Le cas des vêtements, dont la production et la consommation ont explosé en quelques décennies, en est une illustration frappante : les effets bénéfiques d'un développement optimal du recyclage du polyester seraient par exemple annulés en à peine une année, compte-tenu du rythme de croissance de la production de cette matière.

Les indicateurs actuels ne permettent pas de rendre compte du problème. Au contraire, les comparaisons choisies tendent à présenter les scénarios de développement du recyclage sous un jour très favorable, qui peut dissimuler les enjeux de surconsommation. Pour l'acier, on pourra par exemple montrer que l'acier recyclé émet moins de gaz à effet de serre par tonne produite, que l'acier non recyclé. Mais, on oublie de dire que dans le même temps, la production d'acier a augmenté. Aussi

plutôt que de manier des indicateurs relatifs (% de GES par tonne), il faudrait raisonner en valeurs absolues, en budget carbone, en budget ressources. Ce qui commence à se faire. On entend dire en effet que si l'on veut rester en dessous des deux degrés, il reste « x tonnes de budget carbone » à consommer.

## **2.9. Comment doivent ou peuvent évoluer les politiques publiques pour tenir compte de ces éléments ?**

La question qu'il faudrait poser est celle de la priorisation des usages. Si l'on privilégie une politique qui vise simplement à augmenter la quantité de matières recyclées incorporées dans les produits, on reste dans une approche technique, où tous les usages sont au même niveau. Tous les acteurs seront encouragés de la même manière, quelle que soit la production en question, qu'il s'agisse de produits essentiels pour la santé ou des suremballages pour des objets en plastique. Dans cette approche technique, on ne se pose pas la question des usages essentiels, des usages prioritaires et des usages qui seraient superflus.

Pour le moment, on ignore cet aspect, parce que l'on refuse de poser la question du plafond, des limites à notre consommation. La question du plafond nous oblige à prioriser les usages, car de cette façon on se trouve face à un stock qu'il faut prioriser. A l'heure actuelle, on fait comme si on n'avait pas de stock, tout en essayant d'instaurer de la circularité, mais tout en restant ouvert, puisque l'on continue à exploiter des ressources. Ce n'est pas une solution clé en main, mais un élément de réflexion.

## **3. L'intensification de l'exploitation minière comme revers de la transition énergétique ?**

Je suis Judith Pigneur. Je travaille depuis deux ans dans l'association NegaWatt<sup>3</sup>. Je suis en charge du projet Minimal<sup>4</sup> qui a pour objectif de se passer de l'exploitation minière en appuyant sur différents leviers que sont la sobriété, l'efficacité, et la substitution. Il s'agit aussi de réfléchir au moment où on aura tellement réduit nos besoins qu'il ne sera plus nécessaire d'extraire de nouvelles matières du sous-sol, en développant une économie circulaire, pour consommer aussi beaucoup moins de métaux. Il s'agit d'un projet que j'avais commencé à développer en dehors de Négawatt, en tant qu'ingénieure géologue. J'ai soutenu une thèse sur les impacts environnementaux sur les impacts du néodyme<sup>5</sup> qui est une terre rare extraite principalement en Chine. Ce qui m'a permis d'étudier la partie amont, c'est-à-dire la partie impact, pour sortir de l'analyse critique et réfléchir sur la façon de faire autrement en partant du constat que certains éléments de l'extraction minière sont intrinsèques et insolubles. Pourtant des impacts ne sont pas évitables. Aussi la solution de long terme ce serait d'éviter d'ouvrir de nouvelles mines, tout en permettant de faire la transition énergétique, puisque l'on a pour objectif d'arrêter les émissions de gaz à effet de serre, et que nombre de métaux sont nécessaires aux technologies pour assurer cette transition. Mais, est-il possible de faire les deux en même temps, c'est-à-dire réduire l'extraction minière et œuvrer aussi pour la transition énergétique ?

### **3.1. Quelle est la situation actuelle de l'extraction minière ? Quels sont les besoins des industriels pour répondre aux objectifs en matière de décarbonation ?**

Négawatt a notamment pour objectif d'étudier le lien entre la transition énergétique et l'exploitation minière. Mais, l'extraction minière recouvre différents types d'activité, qui sont au nombre de trois. On distingue d'abord, l'extraction des matériaux de construction, comme par exemple le sable, le calcaire, puis on a des minéraux industriels. On peut en effet extraire une roche proprement dite, pour exploiter le métal qu'elle contient, on doit par conséquent aller chercher cet élément dans la roche, par exemple

<sup>3</sup> <https://negawatt.org/>

<sup>4</sup> [https://www.negawatt.org/IMG/pdf/projet-minimal\\_etude-de-faisabilite\\_2023.pdf](https://www.negawatt.org/IMG/pdf/projet-minimal_etude-de-faisabilite_2023.pdf)

<sup>5</sup> Judith Pigneur est docteure en géologie. Elle a soutenu une thèse en génie industriel à l'université de Paris-Saclay en 2019 sous le titre « Mise au pont d'une méthode intégrée d'analyse des impacts des filières de matières premières minérales »

un métal. Ils sont donc utilisés pour leur structure minérale. Enfin, on a l'extraction de métaux. A l'heure actuelle, l'extraction métallique est assez massive. Au cours du 20<sup>e</sup> siècle, la production de métaux a augmenté de 27%. La tendance est toujours à la hausse, puisque l'on dit qu'au cours de 35 prochaines années, on consommera autant de métaux que ce l'on n'en a consommé depuis le début de l'histoire de l'humanité. Il s'agit d'une augmentation exponentielle, c'est-à-dire qu'à chaque fois on extrait autant que ce l'on a extrait avant. On augmente également la diversité de ce que l'on utilise. Il y a environ 100 ans, on extrayait une centaine de métaux, à l'heure actuelle on consomme à peu près tout le tableau de Mendeleïev<sup>6</sup>.

Les impacts environnementaux deviennent significatifs. Ainsi, l'extraction des métaux et la métallurgie représentent à peu près 10% des gaz à effet de serre, et 10% de la production des matières particulaires. Les impacts d'écotoxicité ont également doublé depuis ces 15 dernières années. On a tendance à mettre l'accent sur les métaux dont l'exploitation est relativement récente (dont l'exploitation remonte aux années 1970), comme ce que l'on appelle les « métaux hi-tech », mais la grande majorité des métaux que l'on extrait à l'heure actuelle reste les métaux liés à la production d'acier (cuivre, nickel, aluminium, manganèse, étain, plomb notamment), en d'autres termes aux activités industrielles que l'on peut qualifier de traditionnelles. Une autre catégorie de métaux qui ont un impact environnemental très important, ce sont les métaux précieux. Certes, si on prend en compte les volumes qui sont produits, on obtient des volumes qui sont dérisoires par rapport aux métaux nécessaires à la production d'acier. Comment comprendre en effet que l'extraction de 2000 tonnes d'or par an peut avoir autant d'impact que la production de métaux nécessaires à la production d'acier ? La réponse réside dans la teneur très faible de métaux précieux dans les roches qui sont extraites. Ainsi les volumes de roche extraits pour les métaux précieux sont presque aussi importants que ceux du cuivre. On n'en a en effet que quelques parties par million. Pour produire une tonne d'or, il faut extraire un million de tonnes de roche. Pourtant ces métaux précieux ne pourraient être approvisionnés que par le recyclage. En effet, si on prend l'exemple de l'or : 60% des usages de l'or est constitué par la bijouterie, 30% par la finance et seulement 10% par l'industrie. Alors que l'on a déjà 40% de recyclage pour l'or. Avec 40% de flux entrant venant du recyclage, on peut couvrir largement les besoins industriels. Pour l'industrie, on pourrait par conséquent faire 100% de recyclage et ainsi réduire massivement les impacts environnementaux, car c'est beaucoup moins impactant de les recycler que de les extraire. Voici un tableau global de l'extraction minière à l'heure actuelle. Mais, on a commencé à se préoccuper de ce sujet avec la question selon laquelle la transition écologique serait une imposture, alors qu'avant on ne se souciait pas des impacts de l'extraction sur l'environnement. Aujourd'hui, même si les impacts de l'extraction minière vont augmenter avec la transition énergétique, la production de ces métaux ne comptent pratiquement pas dans le totale de l'extraction. Ce qui compte avant tout ce sont les extractions de métaux qui sont nécessaires à la production métallurgique et sidérurgique, l'urbanisation, la construction d'infrastructures. En bref toutes les activités qui sont liées au développement économique d'une manière générale.

### **3.2. Peut-on cependant évaluer l'impact de la décarbonation sur l'exploitation minière ?**

On peut citer une étude qui a été réalisée par Takuma Watari, un scientifique japonais, qui détaille les métaux qui vont être utilisés pour la transition énergétique qui permet de montrer comment cela va modifier les flux de matières<sup>7</sup>, alors que si on regarde les études de l'Agence Internationale de

---

<sup>6</sup> <https://www.mendeleev.com/fr/>

<sup>7</sup> Takuma Watari et ses collègues des universités de Tokyo et de Sydney ont étudié les besoins en métaux non renouvelables et des véhicules électriques sur la base du scénario « Beyond 2° » de l'Agence Internationale de l'Energie, pour évaluer l'ensemble des extractions nécessaires (en incluant tous les déchets miniers) rapporté cela à la baisse des extractions de charbon (et également du pétrole et du gaz). Ils montrent que pour les véhicules électriques une augmentation des quantités extraites, mais une forte baisse pour la production d'électricité.

l'énergie, on voit seulement ce que cela entrainer sur la production, mais non combien cela provoque sur l'extraction minière. En effet, selon l'Agence Internationale de l'énergie, la production de lithium avec la transition énergétique sera multipliée par huit, mais il importe aussi de regarder les autres secteurs. Par exemple, pour l'électronique, quel sera l'impact de l'extraction minière de cette activité ? C'est important de connaître les besoins des autres secteurs pour évaluer le poids que la production de tel ou tel métal représente par rapport à l'ensemble des besoins. L'intérêt de l'étude de Takumi Watari est de montrer que grâce à la transition énergétique, on va réduire un peu l'exploitation minière globale, en prenant en compte notamment l'extraction du charbon qui doit forcément baisser. Ainsi, le fait d'arrêter l'exploitation des mines de charbon, aura un impact sur la baisse du rythme d'extraction globale. C'est intéressant, mais cela ne donne pas d'information sur le volume des impacts locaux. Par ailleurs, une mine de chrome et une mine de charbon, ce n'est pas tout à fait la même chose. Des flux pour certaines matières vont fortement augmenter, comme le lithium, le cobalt, l'argent pour les panneaux photovoltaïques, le cuivre et le nickel. Le trio pour les batteries électriques est constitué du cuivre, du nickel, et du cobalt. Pour les réseaux électriques, il s'agit surtout de l'argent et du cuivre. On sait qu'il va y avoir une augmentation non négligeable sur ces matières.

### **3.3. Est-ce que ce sont des raisons pour renoncer à la transition énergétique ?**

Ce n'est pas une raison pour renoncer à la transition. On a besoin de décarboner nos modes de consommation et de production. Mais, il faut le faire en suivant les objectifs de Négawatt, c'est-à-dire avec sobriété. En effet, un modèle économique reposant sur une production accrue de véhicules électriques ne fonctionnera pas. Un modèle qui fonctionne doit être basé sur une baisse du nombre des véhicules électriques, sur davantage de transport en commun et d'autopartage, avec des véhicules plus petits fonctionnant avec de l'énergie électrique, parce que les véhicules thermiques représentent 5% des émissions de gaz à effet mondiales. L'objectif est la sobriété matière. Quand on le peut, il s'agit de limiter l'augmentation en valeur absolue de l'extraction minière. Il faut réduire la consommation d'acier, notamment. Pour le lithium, c'est un peu plus compliqué car on n'a pas encore assez de stock pour faire un recyclage, on est contraint d'extraire encore. Pour le lithium, on est par conséquent dans l'obligation de limiter l'augmentation de l'extraction, plutôt que de réduire en valeur absolue. Ce qui ne serait pas possible pour électrifier le parc électrique.

### **3.4. Existe-il un lien entre sobriété énergétique et décroissance ?**

La question de la sobriété peut conduire à une autre question qui est celle de la décroissance. Cependant pour des raisons stratégiques Négawatt a décidé de ne pas se positionner sur ce sujet. Il s'agit d'une étiquette que l'on n'a pas envie d'avoir pour continuer à être écouté. Par ailleurs, nous avons fait une analyse économique de notre deuxième scénario. Le résultat est que ce scénario a des effets positifs sur la croissance économique. Dans un vocabulaire classique, « positif » cela signifie que la croissance économique augmente. Sans entrer dans le détail de cette analyse, il convient de souligner les effets de périmètre des matériaux au regard de l'empreinte écologique. Nous avons une analyse plus large en nous basant sur notre consommation. Nous ne prenons pas seulement en compte ce qui est produit en Europe. Dans notre scénario, nous allons de plus en plus sur une diminution de l'extraction et de l'augmentation du recyclage. Ce qui fait que notre consommation diminue, ce qui a plutôt un impact négatif sur le PIB. Cependant, dans le même temps, on relocalise la production qui n'était plus réalisée en France. On a donc des effets positifs sur la création de valeur et sur l'emploi en France. Ce sont des résultats qui sont valables sur le court terme. Cependant, sur le long terme, sur plusieurs décennies, il est peu probable que la baisse de la consommation ait un impact positif sur le PIB. Cette conclusion nourrit d'autres débats, car l'augmentation de la production et de la consommation est-elle forcément compatible avec l'amélioration du bien-être des population.

---

Source : Takuma Watari, Benjamin C. McLellan, Damien Giurco, Elsa Dominish, Eiji Yamasue, Keisuke Nansai, Total material requirement for the global energy transition to 2050: A focus on transport and electricity, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 148, 2019, Pages 91-103.

Aussi selon Négawatt, la réponse réside dans la définition d'un indicateur autre que le PIB. Nous ne prenons donc pas position sur le PIB, mais nous prenons position sur le PIB pour des questions de justice sociale, d'équité et d'environnement. Le PIB ne nous donne pas la bonne direction à suivre pour faire la transition écologique. Il peut même nous en empêcher. Mais, les questions fondamentales qu'il faut poser sont celles de la répartition mondiale de la production : comment la production peut être relocalisée vers les pays consommateurs ? Quelle est la répartition de la valeur ajoutée entre les différents acteurs de l'économie mondiale ? Plus particulièrement sur la question des matières minérales, le discours européen à l'heure actuelle est très ambigu avec la loi récente, le « Critical Raw Material Act »<sup>8</sup> et le discours actuel en termes de conflit pour l'accès aux ressources. Ce qui nourrit un discours très volontariste, sur la nécessité de se réapproprier une partie des chaînes de valeur et de relocaliser en Europe une partie de la production délocalisée. En effet, est-il juste de considérer que les mines sont dans les pays du Sud, alors que la valeur ajoutée est localisée en Europe ?

### **3.5. Dans ces conditions, quelles sont les solutions techniques, économiques, sociales et politiques alternatives ? Economie circulaire ?**

Négawatt n'a pas de position sur la croissance au sens de l'augmentation du PIB, mais, nous avons une position sur l'augmentation de la consommation de matières qui est forcément liée avec la question du recyclage car on ne peut pas atteindre des volumes importants de matières recyclées si on continue à croître aussi vite. Si l'on a à l'heure actuelle environ 100 tonnes de lithium dans les voitures actuellement (il s'agit d'un nombre fictif pour donner un ordre d'idée) ce qui est très peu, et si demain on a besoin de 500 tonnes en termes de besoins, ce n'est pas avec les 100 tonnes en usage que l'on peut recycler, puisque l'on a déjà mis en consommation ce dont on a besoin. Puisque toutes les années, la production augmente de façon exponentielle, cela signifie que l'on n'aura jamais suffisamment de stock pour satisfaire nos besoins. Mécaniquement, un des obstacles structurels au recyclage est l'augmentation de la consommation. Ceci bien que le recyclage soit une solution dans la mesure où il a des impacts bien moins importants que l'extraction que l'on peut vérifier en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Il est certain que le recyclage émet beaucoup moins de gaz à effet de serre que l'extraction, puisque cela permet de ne pas exploiter de nouveaux sites, et d'avoir un moins grand impact environnemental. Le recyclage est forcément souhaitable car les métaux que l'on a en circulation doivent forcément être utilisés. Le recyclage présente de multiples avantages comme d'épargner la ressource, d'avoir une production ayant moins d'impact sur l'environnement. La question selon laquelle le recyclage est souhaitable est une question qui ne se pose pas. Il faut utiliser les métaux à partir du moment où ils ont été extraits, lorsque les produits de consommation arrivent en fin de vie, sinon ils auraient été extraits pour rien. Le recyclage doit donc être développé pour toutes ces raisons. A l'heure actuelle, l'Union européenne fait des efforts pour soutenir le recyclage du lithium par peur que cela pose des tensions sur l'approvisionnement de l'industrie automobile. On peut raisonnablement avoir confiance sur ce point.

### **3.6. Le recyclage ne peut par conséquent être compatible qu'avec une réduction de la consommation ?**

Si la question du recyclage ne se pose pas, elle est évidente, il faut également réduire la consommation car tant que la croissance de la consommation sera exponentielle, le recyclage ne représentera pas une grande partie des ressources. Mais, le problème majeur est qu'à l'heure actuelle le recyclage a été conçu de manière à être imbriqué avec la filière de matières primaires. Pour avoir la pureté qu'ils jugent nécessaire, les industriels mélangent des ferrailles avec de la matière primaire. Avec de tels procédés, on ne peut arriver à une situation avec 100% de ferrailles, ce n'est pas conçu pour cela. Il s'agit d'un frein absolu, non un frein structurel, puisque les industriels ont toujours travaillé de cette façon. Les industriels ont en effet élaboré des procédés dans lesquels les ferrailles

---

<sup>8</sup> [https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en)

étaient mélangées à de la matière primaire. Les procédés industriels se sont construits de cette façon sur le plan historique.

### **3.7. Il faut donc réduire l'usage de la matière primaire ?**

Il est possible de concevoir de nouveaux procédés dans lesquels, on n'aurait plus besoin d'utiliser de matière primaire. La matière ainsi produite à partir du recyclage sera probablement assez chère, mais cela doit évoluer de façon favorable. Bien sûr tout dépend des filières, chacune a ses spécificités techniques. Cela dépend aussi de la quantité d'entrées en termes de matières secondaires. Nous distinguons en effet le primaire pour désigner ce qui est extrait et le secondaire pour désigner ce qui est recyclé. On peut identifier plusieurs freins au recyclage. Il faudrait au niveau du secondaire d'avoir de la matière qui soit la plus prévisible, la plus uniforme et la moins contaminée possible. Pour avoir une matière uniforme, c'est difficile. Si on était dans une économie très planifiée de type dictatorial, l'Etat pourrait décréter que toutes les batteries au lithium du monde auraient exactement la même composition. Mais, les producteurs de batteries ne seraient certainement pas favorables à cette injonction, ni les producteurs d'automobiles. Cependant, plus la matière sera uniforme en entrée, plus ce sera facile, car les industriels sauront exactement ce que l'on a mis en entrée. C'est précisément pour cette raison que l'on ajoute de la matière primaire, pour évacuer la variabilité. Ce serait plus facile d'avoir 100% de secondaire, si on avait en entrée des produits standardisés. Les industriels qui recyclent souhaiteraient pour contourner cette difficulté connaître exactement la composition des produits qu'ils reçoivent, en levant de cette façon le secret de fabrication, pour faciliter le recyclage. Dans une économie low-tech, il faudrait avoir des pièces standardisées, mais aussi éviter certaines combinaisons. Par exemple, on sait qu'il ne faut pas mettre ensemble le cuivre et l'aluminium car ils s'attirent thermodynamiquement, ce qui pose problème et favorise de futures pollutions. Il faut donc éviter de faire ce type de combinaisons. Ce que l'on peut prévoir en écoconception pour essayer de faciliter le recyclage. L'autre question qui se pose ensuite est la qualité du secondaire qui peut être augmentée. On peut augmenter le secondaire si on n'exige pas une qualité de 99,999% en sortie de la matière secondaire. Mais, la situation est différente selon les industries. Pour ma part, j'ai fait ma thèse sur les aimants néodyme fer bore<sup>9</sup> que l'on sait recycler à l'heure actuelle, sans repasser par les terres rares. Certaines industries peuvent accepter cette baisse de qualité, alors que ce n'est pas le cas pour d'autres. Il s'agit de savoir si l'on a besoin d'un niveau de pureté très élevé, sachant que cela dépend de l'usage de l'on fait de la matière ainsi obtenue. Par exemple, les industriels de l'automobile ont des critères de pureté très élevés, car certains aimants doivent répondre à des critères de sécurité très élevés pour le blocage des roues notamment. Les industriels dans ce cas ne peuvent accepter des défauts potentiels. Les aimants néodyme fer bore sont aussi utilisés dans un grand nombre d'activités, dans les climatiseurs, les éoliennes, les réfrigérateurs, la tête de lecteur du disque dur, dans l'électronique, d'une manière générale dans tout ce qui est mini-moteur, comme par exemple... la brosse à dents électrique. On est par conséquent sur un nombre de producteurs qui est vraiment immense, contrairement à la sidérurgie où le nombre de producteurs se réduit de plus en plus d'année en année. En revanche, pour la production de petits moteurs comme mentionnés plus haut, le nombre de producteurs est très élevé avec une standardisation très faible.

C'est par conséquent très difficile de connaître la composition de ces appareils et c'est aussi très difficile de les recycler en raison de l'hétérogénéité de départ. Dans le secteur industriel, il y a sans doute plus de possibilités de standardisation et de regroupements, mais dans l'électronique c'est très difficile en raison de la grande variété des éléments qui sont utilisés. Pour ces éléments, on a une perte en fin de vie qui est de plus en plus importante. C'est très cher et très difficile à recycler. L'électronisation de l'industrie en général, et de l'industrie automobile en particulier, ne vont pas permettre de faciliter le recyclage de ce type de matière et ne favorise pas une baisse de l'impact environnemental. En effet, même si l'informatisation de l'industrie peut permettre une optimisation des

---

<sup>9</sup> Un aimant au néodyme est un aimant permanent composé d'un alliage de néodyme, de fer et de bore.

procédés, elle entraîne aussi une dispersion importante des matériaux qui n'est pas bénéfique d'un point de vue matière.

### **3.8. Que faire pour développer le recyclage au niveau européen ?**

Pour développer le recyclage au niveau européen, il faudrait pouvoir atteindre une certaine quantité de matières à recycler. On ne peut pas envisager une société « à la Rifkin »<sup>10</sup> où chacun pourra recycler à son niveau. On a besoin d'un certain niveau en termes d'économies d'échelle qui soient industrielles, pour produire dans de bonnes conditions et avoir, pour certains métaux, des quantités suffisantes. Par exemple le recyclage des aimants néodyme fer bore n'est devenu intéressant que quand on a commencé à avoir du stock. Mais, même dans une économie où un industriel serait le seul acteur du marché, ce n'est pas pour cette raison qu'il serait amené à recycler, sachant que théoriquement en concentrant toutes les ferrailles, ils seraient en capacité de réaliser des économies d'échelle importantes. En dehors des facteurs techniques, les facteurs économiques ne doivent pas être négligés.

Le recyclage se fait soit quand il y a de la tension sur les marchés, c'est-à-dire parce que les industriels ont peur qu'il n'y ait pas assez de matière première primaire, soit quand les prix deviennent intéressants. C'est le cas à l'heure actuelle pour le lithium dont le prix a augmenté, d'où l'intérêt que lui témoignent les recycleurs. Différents facteurs interviennent par conséquent pour développer le recyclage : la tension sur les marchés en raison de la peur supposée ou réelle du manque de matière première ; l'évolution des prix sur les marchés mondiaux ; le comparatif en termes de prix entre les matières primaires et secondaires, etc. Mais, certaines incitations fonctionnent, comme le montre la filière du plomb qui est recyclé, parce qu'à l'heure actuelle, il est illégal de ne pas recycler le plomb, sinon on peut se retrouver avec des gisements de déchets dangereux puisque le plomb provoque le saturnisme. Le plomb a été classé comme déchet dangereux. Il faut donc le gérer. Cela devient aussi cher de le recycler que de ne pas le recycler. Quand les industriels sont contraints par la loi de recycler, comme c'est le cas pour les batteries au plomb, les résultats sont positifs. A partir du moment où les investissements ont été réalisés, au bout d'un moment, le coût du recyclage baisse. Cependant, il existe une ambiguïté dans la loi tant que niveau européen qu'au niveau français : on parle en termes de « taux de valorisation ». Ce qui inclut à la fois des activités de recyclage et de réutilisation sans valorisation du métal, c'est-à-dire des activités de « downcycling » qui sont des activités de récupération des matières primaires secondaires à partir des déchets. Prenons l'exemple du lithium que l'on peut utiliser soit dans des laitiers (en tant que déchet de l'industrie sidérurgique et qui sert à la fabrication du ciment), que l'on peut utiliser comme soubassements sous la route. Dans ces conditions, le lithium n'est pas utilisé au regard de ses propriétés, mais cette utilisation est pourtant considérée comme de la valorisation. A l'heure actuelle, un grand nombre d'activités de « downcycling » passent pourtant pour du recyclage.

### **3.9. Comment envisagez-vous l'avenir de l'industrie minière pour les dix ou vingt ans à venir ?**

L'avenir de l'industrie minière pour les dix ou vingt ans à venir apparaît plutôt difficile. Le discours des industriels du secteur met l'accent sur la baisse des impacts négatifs sur l'environnement et sur la mine responsable. Cependant depuis le 19<sup>e</sup> siècle, ces impacts négatifs ont largement augmenté pour plusieurs raisons. D'abord parce que le volume global de la production augmente toujours régulièrement. Cette augmentation est si importante que même si l'on réduit les impacts négatifs, ceux-ci diminuent par tonne extraite, ensuite parce que les gisements sont de moins bonne qualité. La concentration en minerais étant de plus en plus faible, il faut extraire de plus en plus de roches pour obtenir une quantité donnée de minerais. Les impacts négatifs de l'extraction minière sont ainsi de plus en plus importants, d'autant qu'il faut extraire de plus en plus de roches pour obtenir la même quantité de minerais, alors que l'on consomme de plus en plus de métaux. Ceci avec des évolutions non linéaires : la quantité de minerais diminue, mais aussi le type de gisement change : par exemple pour le

<sup>10</sup> Rifkin J., 2012, *La troisième révolution industrielle. Comment le pouvoir latéral va transformer l'énergie, l'économie et le monde*, Les liens qui libèrent.

nickel, on n'extrait pas seulement la roche, mais également le sol, ce qui conduit à déforester, à enlever tout le sol. Le nickel est extrait de cette façon en Indonésie, avec des impacts irréversibles sur la biodiversité. Ce n'est pas avec des moyens techniques, des machines très performantes, que l'on pourra régler ce problème, bien au contraire.

### **3.10. Des résultats positifs sont-ils cependant enregistrés ?**

Un point positif doit cependant être souligné : l'industrie minière améliore ses résultats en matière d'accidentologie avec une baisse du nombre d'accidents et de décès, tout en considérant que l'industrie minière se concentre principalement dans des pays où la réglementation sociale et environnementale est particulièrement souple. On exploite des ressources dans des pays où il y a peu de contraintes sociales et environnementales. D'une manière générale, lorsque l'industrie minière se développe dans un pays, cela va à l'encontre des réglementations environnementales. Pour poursuivre sur le cas indonésien, le code minier a été modifié pour faciliter des investissements notamment d'origine chinoise. C'est également le cas, en Europe, puisque le « critical raw material act », qui est passé en février 2024 crée le statut de métaux critiques et stratégiques, prévoit une dérogation stratégique pour plusieurs directives, notamment les directives oiseaux, habitat, qui protègent certaines espèces dans le cadre de la biodiversité, et le plus inquiétant la directive cadre sur l'eau. Ce qui signifie que les industries qui relèvent du statut de métaux critiques et stratégiques n'ont pas à respecter la directive cadre sur l'eau. On est en présence d'un jeu de double discours qui n'est pas tout à fait rassurant car on affirme qu'en Europe, on a moins d'impact environnemental et qu'il convient par conséquent d'extraire en Europe, parce que la réglementation environnementale est plus contraignante, alors que dans le même temps on assouplit cette réglementation pour pouvoir ouvrir des sites d'extraction. Alors qu'il faudrait faire l'inverse pour l'usage de l'eau. C'est-à-dire qu'il faudrait prévoir pour les différents usages de l'eau, les différents conflits potentiels en fonction du changement climatique, ce que l'on va diriger vers l'agriculture, vers l'industrie, vers l'eau potable, pour prévoir et planifier les différents usages de l'eau. Ainsi si une sécheresse survient, est-ce que l'on continue à faire tourner le processus d'extraction ou on favorise l'agriculture. Prenons l'exemple de ce qui s'est passé à Taïwan pendant la crise des semi-conducteurs pendant le Covid, il y avait aussi une sécheresse. Mais la décision a été prise de favoriser l'industrie et de distribuer de l'eau en bouteille à la population. Cela ne peut pas marcher sur de longues durées. C'est assez angoissant de voir que ce problème est ignoré à toutes les échelles, y compris au niveau européen.

### **3.11. Que faire ?**

Pour conclure, Négawatt formule des préconisations pour consommer moins et consommer mieux. Mais, le risque est que l'on ne retienne que la deuxième, c'est-à-dire consommer mieux. C'est pour cette raison que Négawatt est favorable à la décarbonation et à une relocalisation d'une partie de l'industrie en Europe, sans toutefois alléger la réglementation environnementale et sociale pour atteindre cet objectif. Au regard du contexte contraint auquel nous sommes de plus en plus confrontés, il s'agit de planifier, d'arbitrer en amont, pour évaluer nos besoins en fonction des usages qui doivent être priorités en fonction des ressources dont on dispose pour ne pas se retrouver dans une situation où il faut faire des arbitrages alors que la crise est déjà là. Certes, la crise écologique est déjà là, mais on peut faire des arbitrages par exemple en expliquant qu'on ne peut se passer du cuivre qui alimente les réseaux électriques. En revanche pour l'or, il n'est plus nécessaire de l'extraire, pour privilégier le recyclage, pour mettre ainsi des priorités sur les matériaux, sur les usages... pour être sûr que l'on pourra faire face à nos besoins.