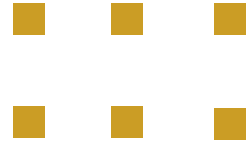




Modèles économiques et modèles d'affaires dans l'industrie

K. DJURICIC



Sommaire

1.1 Définitions

- 1.1. Définition de la thématique du dossier
- 1.2. Lien avec le sujet et les liens entre les concepts
- 1.3 . Questions clés pour ses avenir

2. Analyse rétrospective

- 2.1. Dynamiques passées générales
- 2.2. Dynamiques passées en lien avec l'industrie

3. Dynamiques en cours

- 3.1. Dynamiques en cours

4. Exploration prospective

- 4.1. Tendances lourdes
- 4.2. Incertitudes
- 4.3. Signaux faibles / Germes de changement
- 4.4. Controverses
- 4.5. Ruptures

5. Bibliographie



Le facteur clé « Modèles économiques et modèles d'affaires dans l'industrie » discute la relation entre les modèles économiques au sens des structures économiques et des dynamiques du marché d'un côté et les modèles d'affaires des entreprises industrielles. Cette variable analyse et synthétise l'évolution de cette relation, explore ses dynamiques passées et présentes, analyse et interprète les connaissances futures qui nous permettent de voir différents éléments liés à cette variable, indiquant ainsi les voies alternatives de son développement.

1. Définitions

1.1. Définition de la thématique du dossier

Modèles économiques

Le terme « modèle économique » est utilisé pour désigner différentes choses. Dans un sens général, les modèles économiques sont des cadres théoriques conçus pour comprendre, prévoir et analyser le comportement et la dynamique des systèmes économiques. Dans le contexte de l'article de Thakur (2011), les modèles économiques se réfèrent aux méthodes et approches utilisées pour étudier les changements structurels au sein des économies. Cela inclut l'analyse entrée-sortie, le modèle de Leontief et les méthodologies pour identifier la structure économique fondamentale (SEF).

Plus largement, un modèle économique est une représentation simplifiée des processus économiques. C'est une construction théorique qui incarne les procédures économiques en utilisant un ensemble de variables dans des corrélations logiques et/ou quantitatives. Les modèles économiques sont utilisés pour expliquer les processus et les systèmes économiques (tels systèmes capitaliste, social, ou mixte), prédire les phénomènes économiques, aider à la formulation des politiques économiques, et comprendre comment fonctionnent les économies. Ils peuvent aller de constructions théoriques simples à des modèles mathématiques complexes qui simulent les activités économiques¹.

À part cette perspective du concept des modèles économiques, nous entendons également parler des modèles économiques linéaire ou circulaire. Ces deux représentent plutôt des modèles de systèmes socio-économiques avec deux dynamiques comportementales et relationnelles entre les éléments de système comprenant les entreprises industrielles, les fournisseurs et les consommateurs². Ses systèmes-là peuvent être analysés via des perspectives macro-micro-méso et méta économique impliquant à la fois des structures économiques et des dynamiques des marchés³.

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Economic_model

² <https://www.eib.org/fr/stories/linear-economy-recycling>

³ <https://www.project-syndicate.org/commentary/new-thinking-in-economics-by-andrew-sheng-and-geng-xiao/french>



Structures économiques

Une structure économique représente la composition et l'interaction entre différents composants des agrégats macroéconomiques, y compris les changements relatifs dans le temps et leur relation avec le flux circulaire du revenu. La structure économique évolue au fur et à mesure que les économies transitent de l'agriculture vers l'industrialisation, puis vers des économies basées sur le secteur des services. Cette structure englobe les relations intersectorielles parmi les industries, marquant un déplacement des activités du secteur primaire vers des interactions plus complexes entre les secteurs secondaire et tertiaire au fur et à mesure du développement (Thakur, 2011).

Dynamiques du marché

Les dynamiques du marché font référence aux changements et aux forces qui impactent les marchés et les entreprises, tels que les changements dans l'offre et la demande, les avancées technologiques et les changements dans les préférences des consommateurs. Ces dynamiques peuvent influencer les prix, la concurrence et le paysage global dans lequel les entreprises opèrent⁴.

Modèles d'affaires

Un business modèle est le design ou l'architecture de la création, de la livraison et de la capture de valeur. Dans cette définition du business modèle, l'accent est mis sur la satisfaction des besoins non satisfaits des clients, en spécifiant la technologie et l'organisation pour y répondre, et en capturant de la valeur de ces activités (Teece, 2010). Par la suite, cette définition a été enrichie en mettant l'accent sur la logique de création et de livraison de valeur aux clients. L'importance ici est de trouver un équilibre entre la création, la livraison et la capture de valeur pour assurer la longévité du modèle, en particulier dans les entreprises orientées vers le profit (Teece & Linden, 2017).

1.2. Lien avec le sujet et les liens entre les concepts

Dans cette variable, nous traitons le concept de modèles économiques tel qu'il est vu selon la deuxième perspective, c'est-à-dire en incluant les structures économiques et les dynamiques relationnelles entre les acteurs dans une industrie. Donc, nous observons les modèles économiques et leurs évolutions dans le secteur industriel et le lien que ces modèles ont avec les modèles d'affaires.

Modèles économiques industriels : du linéaire vers le circulaire

⁴ <https://fastercapital.com/fr/contenu/Comprendre-la-dynamique-du-marche---un-element-cle-de-l-analyse-du-marche.html#:~:text=des%20d%C3%A9cisions%20%C3%A9clair%C3%A9es.-,La%20dynamique%20du%20march%C3%A9%20fait%20r%C3%A9f%C3%A9rence%20aux%20forces%20et%20aux,consommateurs%20et%20les%20influences%20externes.>



Dans le secteur industriel, nous connaissons le modèle économique linéaire qui depuis 40 ans vise à être remplacé par le modèle économique circulaire (Lanoie & Normandin, 2015). Il a été observé que le basculement du modèle économique linéaire au modèle circulaire entraîne des changements voire des tensions avec les modèles d'affaires existants, particulièrement quand une entreprise s'engage vers un modèle économique plus orienté vers le service. L'adoption d'un modèle économique centré sur le service implique des changements fondamentaux dans l'organisation de l'entreprise, dans la création de valeur, et dans la transformation de cette valeur en flux monétaires. Ces changements nécessitent l'élaboration de nouveaux types de relations entre les producteurs et les clients, caractérisées par une coopération étroite, ce qui entraîne la nécessité d'adapter ou de redéfinir le modèle d'affaires existant. Les distinctions et interdépendances entre les modèles économiques et les modèles d'affaires soulignent l'importance cruciale d'une réflexion approfondie sur les deux aspects lors de l'évolution vers de nouveaux paradigmes économiques. Il est nécessaire pour les entreprises de repenser non seulement la manière dont elles créent de la valeur mais également la façon dont elles monétisent cette valeur, en réponse aux changements structurels et aux défis de développement durable (Demissy & Le Dilosquer, n.d.).

Le passage vers un modèle économique circulaire et collaboratif dans l'industrie implique une réévaluation profonde des modèles d'affaires traditionnels. Ce changement ne se limite pas seulement à la modification des processus de production ou à la réduction des déchets, mais concerne également la manière dont les entreprises créent, livrent et capturent la valeur. Cela nécessite une réflexion innovante sur l'utilisation des ressources, la conception des produits, la durabilité, et la création de relations plus étroites et plus transparentes avec les clients et les fournisseurs.

Les modèles d'affaires dans un contexte d'économie circulaire tendent vers une plus grande flexibilité, intégrant des services tels que la location, la réparation, le reconditionnement, et le recyclage, plutôt que la simple vente de produits. Cela implique une réorientation vers la satisfaction des besoins des clients d'une manière qui favorise l'utilisation efficace et régénérative des ressources.

Eco-conception, ACV, recyclage

En lien avec l'économie circulaire, nous trouvons aussi le concept de l'éco-conception, souvent aussi appelée éco-design. L'éco-conception est une démarche qui vise à minimiser l'impact environnemental des produits tout au long de leur cycle de vie, en intégrant des considérations environnementales dès la phase de conception⁵. Elle est donc fondamentale dans la transition vers une économie circulaire, car elle permet de concevoir des produits qui sont plus facilement réparables, réutilisables, recyclables ou dégradables, contribuant ainsi à fermer les boucles de matériaux et de ressources. Cela favorise l'utilisation efficace des ressources, réduit la génération de déchets et diminue la consommation d'énergie, alignant ainsi les pratiques de production avec les principes de l'économie circulaire.

Les termes éco-conception et éco-design sont souvent utilisés de manière interchangeable, bien que le premier soit plus couramment employé en Europe et le second dans les contextes internationaux. Les deux concepts reposent sur l'intégration des préoccupations environnementales à toutes les phases du cycle de vie d'un produit, mais éco-design peut parfois être perçu comme ayant une connotation plus large, incluant le design et l'innovation pour la durabilité⁶.

En lien avec l'éco-conception et l'éco-design, nous entendons aussi parler de l'analyse de cycle de vie (ACV) qui

⁵ L'éco-conception des produits une démarche aux multiples avantages ! (trustt.io)

⁶ L'éco-conception, c'est quoi ? Définition de l'éco-conception (réglementation et exemple) (youmatter.world)



est un outil clé dans l'éco-conception. Elle permet d'évaluer quantitativement les impacts environnementaux des produits à chaque étape de leur cycle de vie, ce qui aide à identifier où des améliorations peuvent être apportées pour réduire l'empreinte écologique. L'ACV est largement reconnue et utilisée dans les normes internationales comme les ISO 14040 et 14044⁷.

Le recyclage est le processus de conversion des déchets en nouveaux matériaux ou objets. C'est une composante essentielle de l'économie circulaire, car elle permet de réutiliser les matériaux au lieu de les extraire à nouveau, réduisant ainsi les impacts environnementaux associés à la production de nouveaux matériaux. L'éco-conception favorise le recyclage en intégrant la possibilité de démonter et de séparer facilement les matériaux à la fin de la vie du produit, facilitant ainsi leur recyclage. L'ACV, en évaluant les impacts environnementaux à chaque étape du cycle de vie, aide à identifier les étapes où le recyclage peut être amélioré pour réduire davantage l'empreinte écologique. Cela crée un lien direct entre l'éco-conception, le recyclage, et l'ACV, renforçant les principes de l'économie circulaire (Collard, 2020).

Quant à l'histoire de ces concepts, l'analyse de cycle de vie et l'éco-conception ont émergé dans le discours public et académique principalement à partir des années 1970, avec une normalisation formelle qui a commencé avec la publication de normes spécifiques dans les années 1990 et 2000. La norme ISO/TR 14062, publiée en 2002, est souvent citée comme une définition officielle de l'éco-conception⁸.

1.3. Questions clés pour ses avenir

1. Innovation et conception de produit - Comment les entreprises peuvent-elles intégrer l'innovation et l'éco-conception dans leurs produits pour faciliter la réparabilité, le reconditionnement, et le recyclage tout en restant compétitives ?

2. Modèles de consommation - Quels sont les modèles de consommation émergents soutenant l'économie circulaire, et comment les entreprises peuvent-elles s'adapter pour répondre à ces nouveaux besoins et préférences des consommateurs ?

3. Collaboration et partenariats - Comment les partenariats stratégiques entre les entreprises, les fournisseurs, et les recycleurs peuvent-ils être optimisés pour créer des chaînes de valeur circulaires efficaces ?

4. Technologies et digitalisation - Quel rôle la technologie et la digitalisation joueront-elles dans le suivi, la gestion, et l'optimisation des flux de ressources circulaires ?

5. Politiques et réglementations - Comment les changements dans les politiques et les réglementations pourraient-ils affecter l'évolution des modèles d'affaires circulaires, et quelles stratégies les entreprises doivent-elles adopter pour y rester conformes ?

⁷ <https://lesjoyeuxrecycleurs.com/lexique/eco-conception/>

⁸ L'éco-conception, c'est quoi ? Définition de l'éco-conception (réglementation et exemple) (youmatter.world)



6. Résilience et adaptabilité - Dans quelle mesure les modèles d'affaires circulaires peuvent-ils améliorer la résilience et l'adaptabilité des entreprises face aux crises futures, y compris les crises environnementales ?

7. Évaluation de la performance - Quels sont les indicateurs clés de performance (KPI) pertinents pour évaluer l'efficacité des modèles d'affaires circulaires, au-delà des mesures financières traditionnelles ?

2. Analyse rétrospective

2.1. Dynamiques passées générales

Le modèle linéaire comme fondement du développement industriel

Le modèle économique linéaire, caractérisé par son approche « extraire-fabriquer-jeter », a été le fondement du développement industriel et économique mondial, surtout après la révolution industrielle⁹. Ce modèle repose sur l'extraction de ressources naturelles pour la production de biens qui, une fois leur cycle de vie terminé, sont éliminés comme déchets¹⁰. Bien que ce modèle ait permis une croissance économique rapide, il présente plusieurs inconvénients majeurs, principalement liés à la durabilité environnementale et à la gestion des ressources.

Le modèle linéaire a encouragé une culture de consommation de masse, où l'augmentation de la consommation de produits est perçue comme bénéfique pour l'économie. Cette culture se manifeste par la production excessive de biens, avec des stratégies visant à rendre les produits attrayants pour le public, conduisant ainsi à une acquisition excessive de biens essentiels et non essentiels. Ce modèle a également généré une quantité massive de déchets, due à une mentalité de consommation limitée et à la promotion de la surconsommation, sans considérer les possibilités de recyclage ou de réutilisation¹¹.

Déchets, une histoire liée à l'évolution des sociétés

L'évolution du concept de déchet est intimement liée à l'évolution des sociétés humaines et de leurs modes de consommation. Dans les sociétés préindustrielles, la plupart des matériaux utilisés étaient naturels, biodégradables, et pouvaient être réutilisés ou retourner à la terre sans causer de pollution importante. La notion de déchet, telle que nous la connaissons aujourd'hui, était pratiquement inexistante dans ces contextes.

L'avènement de l'ère industrielle a marqué un tournant dans la production de biens et la gestion des déchets. La production de masse et l'introduction de matériaux synthétiques ont entraîné une augmentation considérable des déchets générés. Ces matériaux, souvent non biodégradables, ont posé de nouveaux défis en matière de gestion des déchets, entraînant des problèmes environnementaux tels que la pollution du sol, de l'eau et de l'air.

⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=Oz5v5T5B8f4>

¹⁰ What is the linear economy? (ellenmacarthurfoundation.org)

¹¹ Linear Economy: Characteristics and Criticism - Profolus



La période des Trente Glorieuses, caractérisée par une croissance économique rapide dans de nombreux pays occidentaux après la Seconde Guerre mondiale, a encore exacerbé le problème des déchets. La consommation de masse et l'adoption de modes de vie jetables ont entraîné une augmentation sans précédent de la quantité de déchets produits, dépassant souvent la capacité des sociétés à les gérer efficacement.

À la fin des Trente Glorieuses, la prise de conscience des impacts environnementaux de la gestion inadéquate des déchets a commencé à émerger. Les défis posés par l'accumulation des déchets ont souligné la nécessité de développer des stratégies de gestion plus durables, telles que le recyclage, la réutilisation et la réduction à la source.

Cette évolution historique a posé les bases de l'adoption de principes tels que la Responsabilité Élargie du Producteur (REP) et l'économie circulaire, visant à réduire l'impact environnemental des déchets et à promouvoir une gestion plus durable des ressources (Micheaux, 2020a).

Recyclage

Le concept de recyclage, tel que nous le connaissons aujourd'hui, a commencé à prendre forme durant le 20^{ème} siècle, mais ses racines remontent à beaucoup plus loin. Les efforts modernes de recyclage ont démarré de manière plus structurée durant la Seconde Guerre mondiale, lorsque les matériaux étaient rares et que les économies avaient besoin de maximiser l'utilisation des ressources disponibles. Durant la Seconde Guerre mondiale, des initiatives de recyclage ont été particulièrement motivées par des besoins de guerre, où les matériaux tels que le métal, le papier et les caoutchoucs étaient collectés pour aider à l'effort de guerre. Par exemple, les gouvernements ont encouragé les citoyens à participer à des collectes de ferraille et d'autres matériaux réutilisables pour soutenir la production de matériel militaire. Des affiches de propagande et des campagnes nationales appelaient à "conserver le métal, le papier, et les graisses" comme un devoir patriotique¹².

Cependant, c'est dans les années 1970, avec la montée des préoccupations environnementales et la célébration du premier Jour de la Terre en 1970, que le recyclage est devenu une pratique courante dans de nombreux pays développés. Dans les années 1970, le mouvement moderne de recyclage a pris forme en réponse à une conscience écologique croissante, symbolisée par la première célébration du Jour de la Terre en 1970. Cette période a vu l'introduction de la collecte sélective des déchets ménagers dans plusieurs villes, encouragée par des politiques publiques et des initiatives communautaires. Les programmes municipaux de recyclage ont commencé à se généraliser, permettant aux consommateurs de trier leurs déchets recyclables à domicile, ce qui était une nouveauté à l'époque¹³.

Durant les années 1990 et 2000, de nombreux pays ont renforcé leurs programmes de recyclage et introduit des législations strictes pour encourager ou même rendre obligatoire le recyclage et la gestion adéquate des déchets. En 1991, La Californie a adopté la loi "California Integrated Waste Management Act", qui exigeait de chaque municipalité de réduire ses déchets destinés à l'enfouissement de 50 % d'ici 2000¹⁴. Fondée en 1978, National

¹² <https://www.nationalww2museum.org/war/articles/salvage-for-victory-world-war-ii>

¹³ <https://www.linares-recyclage.com/lhistoire-du-recyclage/#:~:text=En%201970%20le%20sigle%20du,conscience%20collective%20du%20probl%C3%A8me%20environnemental.>

¹⁴ <https://riversideca.gov/publicworks/trash-recycling/california-integrated-waste-management-act-ab-939>



Recycling Coalition¹⁵ a vu une grande expansion dans les années 90 avec plus de programmes éducatifs et de soutien pour les initiatives de recyclage aux niveaux local et national. En Europe, en 1994, l'UE a adopté la Directive sur les emballages et les déchets d'emballages, qui oblige les États membres à récupérer et recycler une certaine quantité de matériaux d'emballage¹⁶. Au début des années 90, Le "Duale System Deutschland" (DSD) en Allemagne a mis en place un système de recyclage financé par les entreprises pour recycler les emballages des consommateurs¹⁷.

2.2. Dynamiques passées en lien avec l'industrie

L'avènement du modèle linéaire dans le sillage de la révolution industrielle

Étant lié au et fait pour le secteur industriel, le modèle de l'économie linéaire a dominé en France et en Europe depuis la révolution industrielle. Les industries extractives et manufacturières ont bénéficié de subventions et d'incitations fiscales pour stimuler la production et la croissance (FONDS MONÉTAIRE INTERNATIONAL Régimes Fiscaux Des Industries Extractives : Conception et Application, n.d.).

En France, la politique énergétique a longtemps favorisé les combustibles fossiles, comme le charbon et le pétrole, subventionnant leur extraction et leur utilisation¹⁸. L'accès facile à des matières premières bon marché, comme le charbon, le pétrole et les minéraux, a permis une production de masse à bas coût. Le modèle linéaire était intrinsèquement lié à la croissance économique. La production et la consommation croissantes étaient considérées comme des signes de progrès et de prospérité. L'obsolescence programmée, pratique consistant à concevoir des produits avec une durée de vie limitée, a été encouragée par certains fabricants pour stimuler la consommation¹⁹.

Les externalités négatives, telles que la pollution et l'épuisement des ressources, étaient ignorées ou sous-estimées (Lanoie & Normandin, 2015). Des infrastructures ont été mises en place pour faciliter l'extraction, le transport et la consommation des ressources naturelles, comme les routes, les ports et les pipelines.

Modèles d'affaires dans l'économie linéaire

¹⁵ <https://nrcrecycles.org/>

¹⁶ <https://www.senat.fr/leg/exposes-des-motifs/ppr22-526-expose.html#:~:text=%2D%20la%20directive%2094%2F62%2F,libre%20circulation%20et%20de%20concurrence.>

¹⁷ https://www.lemonde.fr/archives/article/1992/08/22/point-l-elimination-des-dechets-la-polemique-relancee-en-allemande_3900473_1819218.html

¹⁸ <https://reseauactionclimat.org/subventions-energies-fossiles-ou-sont-passees-11-milliards-euros/>

¹⁹ <https://obsolescence-programmee.fr/concepts/>



Dans la pensée industrielle classique, la performance d'une entreprise est vue comme une séquence qui englobe la qualité, la productivité et la rentabilité. La qualité est perçue comme une dimension stable et mesurable, applicable tant à la production de biens qu'à la prestation de services. Cette approche met l'accent sur les éléments quantifiables, tels que le temps passé, le nombre de contacts ou d'opérations effectuées, envisageant ainsi la production dans une logique de correspondance entre le travail humain et le fonctionnement des machines. Une telle vision standardisée de la qualité facilite l'identification des tâches automatisables et permet une évaluation claire de l'efficacité du processus de création de valeur. La division du travail par tâche devient possible grâce à cette stabilité supposée de la qualité, et la productivité peut être améliorée à l'aide de trois leviers principaux : les économies d'échelle, l'intensification du travail et les innovations techniques. La capacité d'un directeur à optimiser la productivité selon ces leviers est cruciale pour le développement de la rentabilité de l'unité productive.

Problème géo-politique de l'économie linéaire

Le modèle économique linéaire actuel rend l'industrie vulnérable à la volatilité des prix des matières premières et à l'incertitude quant à leur disponibilité, exacerbée par le risque d'épuisement de ces ressources. Ce problème est particulièrement prononcé dans les régions du monde qui ne disposent pas de ces matières premières et dépendent donc des importations (Collard, 2020). Cette situation expose les pays industriels, comme la France, à une dépendance géopolitique vis-à-vis des pays riches en ressources, augmentant ainsi leur vulnérabilité.

3. Dynamiques en cours

3.1. Dynamiques en cours

L'émergence d'une économie de la fonctionnalité

Face aux défis posés par l'épuisement des ressources naturelles et la pression environnementale croissante, l'économie circulaire représente non seulement une solution viable mais également une opportunité de renouveler les modèles d'affaires existants.

Ainsi l'économie circulaire d'un côté pousse vers le changement des modèles d'affaires en entraînant un passage vers l'économie de fonctionnalité, une approche vers la servicialisation de l'industrie, mais aussi du secteur tertiaire (Demissy & Le Dilosquer, n.d.). La servicialisation traite des changements spécifiques dans le processus de création de valeur induits par le développement des aspects relationnels (co-activité) et immatériels dans les activités (Demissy & Le Dilosquer, n.d.). Donc, l'économie de fonctionnalité remplaçant la vente de biens par la vente de l'usage ou de la fonction de ces biens tend à maximiser l'usage des biens et services tout en minimisant la consommation des ressources matérielles et énergétiques ce qui répond à des principes de l'économie circulaire. L'objectif est de créer une valeur d'usage maximale pendant la durée la plus longue possible.

Il existe plusieurs types des modèles de l'économie de fonctionnalité : consommation collective, ventes de fonctions d'usage et contractualisation au résultat (Niel, 2014).



Consommation collective : Inclut des modèles comme la location de courte durée et l'auto-partage. Ces modèles permettent d'intensifier l'usage des produits, réduisant ainsi le nombre total de produits nécessaires et favorisant une réduction des impacts environnementaux. Les entreprises comme Lynk and co ou ELIS, spécialisée dans les services textiles professionnels, qui conserve la propriété des textiles tout en offrant des services de blanchisserie et de maintenance²⁰ sont des exemples de ce type.

Ventes de fonctions d'usage : typiquement le leasing ou les locations longue durée où le fournisseur conserve la propriété et le contrôle du produit, maximisant ainsi son cycle de vie et minimisant les impacts environnementaux par une meilleure maintenance et recyclage. Des entreprises comme Michelin, Interface ou Philipps sont des exemples de ce type.

Interface Inc. propose du leasing de moquettes, démontrant ainsi le modèle de ventes de fonctions d'usage en maintenant la propriété du produit et en se concentrant sur sa réutilisation et son recyclage.

Michelin vend l'utilisation des pneus à travers un modèle de service où les clients paient en fonction des kilomètres parcourus plutôt que d'acheter les pneus directement. Ce modèle encourage Michelin à concevoir des pneus qui durent plus longtemps et qui sont plus économes en carburant.

Xerox a adopté un modèle de service où l'entreprise facture les clients en fonction du nombre de copies réalisées, plutôt que de vendre les photocopieuses. Ce modèle incite Xerox à créer des machines durables et à fournir des services de maintenance pour garantir une fonctionnalité à long terme.

Contractualisation au résultat : ce modèle garantit la satisfaction des besoins du client, quelle que soit la combinaison de produits et services utilisée. Il implique une garantie de performance, souvent utilisée dans les services liés à l'énergie ou à la maintenance. Des Sociétés de Services en Efficacité Énergétique (SSEE) sont des entreprises qui contractent pour améliorer l'efficacité énergétique des installations de leurs clients, en s'engageant sur des résultats mesurables²¹.

[La norme expérimentale AFNOR XP X30-901](#)

Les changements dans les modèles d'affaires des entreprises ont une multitude de possibilités aussi grâce à la norme expérimentale AFNOR XP X30-901 qui est une initiative française innovante dans le domaine de l'économie circulaire. Cette norme, publiée pour la première fois en octobre 2018, est une réponse aux défis environnementaux actuels, tels que le dérèglement climatique, l'érosion de la biodiversité, l'accumulation de déchets, et l'appauvrissement des milieux naturels. Elle vise à promouvoir un modèle économique qui réduit l'utilisation des ressources naturelles en remplaçant la logique linéaire par une approche circulaire et durable²². La norme AFNOR XP X30-901 est expérimentale et volontaire, ce qui signifie que plutôt que des obligations contraignantes, elle propose des lignes directrices pour la gestion des projets d'économie circulaire, couvrant sept principaux domaines d'action : approvisionnement durable, éco-conception, symbiose industrielle, économie de la fonctionnalité, consommation responsable, allongement de la durée d'usage, et gestion efficace des matières ou produits en fin de vie²³. Elle encourage les organisations à adopter des initiatives variées pour

²⁰ <https://www.circul-r.com/ressources/economie-de-la-fonctionnalite>

²¹ <https://www.johnsoncontrols.com/>

²² Economie circulaire : la France innove avec la norme XP X30-901 (afnor.org)

²³ L'AFNOR publie une norme sur l'économie circulaire (XP X30-901) (economiecirculaire.org)



optimiser l'utilisation des ressources naturelles et limiter la production de déchets, tout en intégrant les trois dimensions du développement durable (environnement, économie, sociétal).

Néanmoins, l'application de cette norme peut s'avérer difficile pour certaines entreprises car elle nécessite de grands changements dans la production et la gestion, demandant des investissements importants en temps, argent et compétences. Puis, la mise en oeuvre réussie de la norme demande des compétences spécialisées non toujours présentes dans toutes les entreprises²⁴. Ensuite, l'efficacité de la norme dépend de l'engagement de tous les acteurs concernés, ce qui peut être difficile dans les grandes organisations. Enfin, vu le fait que la norme est basée sur des lignes directrices plutôt que des règles strictes, nécessitant des systèmes de suivi spécifiques, il est difficile d'évaluer l'efficacité de la norme.

Problématiques du recyclage

Au 21^e siècle, le recyclage s'est complexifié avec l'augmentation de la diversité des matériaux à recycler, notamment les plastiques et les appareils électroniques. Des défis techniques et économiques ont émergé, notamment en ce qui concerne la collecte, le tri, et le retraitement efficaces des matériaux recyclables²⁵²⁶.

Le recyclage n'est pas toujours efficace en termes de ressources énergétiques consommées par rapport à l'énergie et aux ressources économisées. Le recyclage de certains matériaux, comme le plastique, peut être complexe et coûteux, et ne pas toujours aboutir à des produits de haute qualité.

La contamination des matériaux recyclables par d'autres déchets peut rendre certains lots non recyclables, réduisant ainsi l'efficacité globale du processus de recyclage.

Le recyclage dépend fortement des marchés des matières premières recyclées. Les fluctuations des prix peuvent rendre le recyclage moins économiquement viable, ce qui peut réduire l'incitation à recycler, surtout sans subventions ou soutien gouvernemental.

Bien que le recyclage soit une composante clé de l'économie circulaire, il n'est pas toujours circulaire. Par exemple, beaucoup de produits recyclés sont downcyclés, ce qui signifie qu'ils sont transformés en produits de qualité inférieure et souvent non recyclables par la suite. Cela peut mener à une augmentation des déchets plutôt qu'à leur réduction.

Indice de réparabilité – un lien avec l'éco-conception

En France, l'initiative majeure en matière de réparabilité est l'Indice de Réparabilité, introduit par la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC). Depuis 2021, cet indice est obligatoire pour certaines catégories de produits électroniques et électroménagers comme les smartphones, les ordinateurs portables, les téléviseurs, les lave-linges et les tondeuses à gazon. Depuis novembre 2022, la liste de ces produits s'est élargie²⁷. Cet indice évalue les produits sur une échelle de 0 à 10, basée sur des critères tels que la disponibilité des pièces détachées, le coût des pièces, la facilité de démontage, la disponibilité de la documentation technique pour la réparation,

²⁴ <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/knowledge/circular-economy-and-voluntary-standard-6-companies-share-their-experience>

²⁵ <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/articles/recycling-and-the-circular-economy-whats-the-difference>

²⁶ <https://greenly.earth/en-us/blog/company-guide/what-is-upcycling>

²⁷ <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/de-nouveaux-produits-concernes-par-lindice-de-reparabilite>



et un critère libre spécifique à chaque type de produit. Cet index de réparabilité a l'intention de se transformer en index de durabilité afin de donner des informations non seulement à la capacité du produit d'être réparable, mais aussi de sa robustesse²⁸.

En Europe, bien que la France soit pionnière avec cet indice de réparabilité, d'autres pays envisagent des mesures similaires. La Belgique, par exemple, prépare des législations basées sur le modèle français, prévues pour être mises en place d'ici la fin de 2024²⁹.

En ce qui concerne les exemples concrets de produits répondant à ces critères, des entreprises comme Samsung et Apple ont été mentionnées pour leurs efforts pour rendre leurs produits plus réparables. Samsung a rendu disponibles de nombreux manuels de démontage, et Apple a amélioré les procédures de réparation pour augmenter ses scores de réparabilité, notamment en modifiant la procédure de remplacement de la caméra avant de l'iPhone 13³⁰.

Upcycling (Upgrading) et Remanufacturing

L'upcycling (upgrading), ou surcyclage en français, consiste à transformer des matériaux ou produits en fin de vie en nouveaux objets de valeur supérieure. Cette pratique est un pilier de l'économie circulaire, qui cherche non seulement à recycler mais à valoriser les déchets³¹. Des exemples incluent la transformation de pneus usagés en ceintures ou de bouteilles de vin en lampes, illustrant la créativité et l'innovation dans le recyclage. L'upgrading fait référence à l'amélioration et la mise à jour de produits pour augmenter leur fonctionnalité au-delà des spécifications originales, souvent grâce à une conception modulaire. Le remanufacturing, quant à lui, implique le démontage et la remise en état de produits usagés pour les réutiliser, offrant une alternative durable à la consommation de produits neufs et réduisant les déchets³².

Réparabilité et Remanufacturing

Complémentaire à la réparabilité, qui vise à faciliter la maintenance et la réparation des produits pour prolonger leur durée de vie, nous voyons également le remanufacturing. Le remanufacturing implique la remise en état de produits usagés pour une nouvelle utilisation, ce qui est une forme avancée de recyclage. Il ne se contente pas de traiter les matériaux, mais reconstruit le produit en utilisant des pièces existantes autant que possible. Tous deux contribuent à l'économie circulaire en permettant aux produits de rester en usage plus longtemps, réduisant ainsi les déchets et la consommation de ressources nouvelles.

Economie sociale et solidaire (ESS)

L'économie sociale et solidaire (ESS) est un secteur composé d'organisations qui cherchent à concilier activité économique et équité sociale. Ces organisations incluent des coopératives, des associations, des fondations et des entreprises sociales qui fonctionnent avec des objectifs de solidarité et d'utilité sociale. L'ESS met l'accent sur des valeurs telles que la primauté de la personne et de l'objet social sur le capital, la gouvernance démocratique, et le réinvestissement des bénéfices pour servir les objectifs sociaux. L'économie circulaire, qui

²⁸ Why France's new 'repairability index' is a big deal | Grist

²⁹ Why the repairability index needs to be European in scope - APPLIA (applia-europe.eu)

³⁰ Indice de réparabilité, un an après | Actualités iFixit

³¹ <https://greenly.earth/en-us/blog/company-guide/what-is-upcycling>

³² <https://remancouncil.org/what-is-remanufacturing/>



visé à maximiser la réutilisation des ressources et à minimiser les déchets, est naturellement alignée avec l'ESS en termes de promotion de pratiques durables et responsables. Les entreprises de l'ESS adoptent souvent des pratiques qui soutiennent l'économie circulaire, comme le recyclage, la réparation, le réemploi ou encore l'utilisation de ressources renouvelables.

Il existe quelques exemples en France des entreprises qui sont à l'intersection de l'EC et l'ESS :

Envie - Cette entreprise est un réseau français d'insertion spécialisé dans la collecte, le tri, la réparation et la vente d'appareils électroménagers rénovés. Envie combine l'économie circulaire avec l'ESS en créant des emplois pour des personnes éloignées du marché du travail tout en promouvant la réutilisation des appareils pour réduire les déchets.

Emmaüs - Connu principalement pour ses actions de solidarité, Emmaüs fonctionne aussi sur un modèle d'économie circulaire par la collecte, la rénovation et la revente de biens d'occasion. Cela permet de financer des actions sociales tout en réduisant l'impact environnemental des déchets.

Le Relais - Une autre organisation française qui collecte des vêtements usagés pour les revendre ou les recycler, créant des emplois d'insertion pour des personnes en difficulté tout en réduisant les déchets textiles.

Économie de partage (sharing economy)

L'économie de partage implique des modèles économiques où des plateformes facilitent l'accès temporaire à des biens et services, souvent via la participation de prestataires privés et intermédiaires qui simplifient les transactions. Elle favorise l'utilisation optimale des ressources, promouvant le partage et la réutilisation pour réduire les déchets et l'impact environnemental. Cette approche transitionne de la possession à l'utilisation, par exemple, le partage de véhicules Lynk and co, augmentant l'efficacité et réduisant l'empreinte matérielle.

4. Exploration prospective

4.1. Tendances lourdes

Suite à l'analyse d'un rapport sur les tendances lourdes, nous reprenons celles qui nous paraissent avoir le plus d'influence sur l'évolution de l'industrie et son modèle d'affaires (Megatrends Hub Competence Centre on Foresight Joint Research Centre, n.d.):

1. Aggravation de la rareté des ressources - Cette tendance met en lumière la pression croissante sur les ressources naturelles dues à une consommation et une production non durables. Dans le contexte industriel, cela souligne l'urgence d'adopter des modèles d'économie circulaire pour minimiser les déchets et optimiser l'utilisation des ressources.

2. Changement climatique et dégradation environnementale - Les effets du changement climatique et la perte de biodiversité exigent une transformation vers des pratiques plus durables. Pour l'industrie, cela signifie investir dans des technologies propres, améliorer l'efficacité énergétique et réduire les émissions de gaz à effet de serre.



3.Accélération du changement technologique et hyperconnectivité - L'innovation technologique offre de nouvelles opportunités pour l'économie circulaire, notamment à travers le développement de matériaux durables, le recyclage avancé et les plateformes en ligne facilitant le partage et la réutilisation des biens.

Le rapport prospectif de l'ADEME (ADEME, 2017) montre aussi que l'économie de fonctionnalité émerge comme une tendance lourde en raison de sa capacité à répondre aux impératifs du développement durable, en privilégiant l'usage et la qualité des services sur la possession et la quantité des biens. Ce modèle se distingue particulièrement dans des marchés saturés, offrant un renouveau pour des modèles d'affaires traditionnels en déclin. Soutenue par des politiques publiques telles que le Grenelle de l'environnement et la loi de transition énergétique pour la croissance verte en France, l'économie de fonctionnalité gagne en popularité et en adoption par les entreprises. Elle promeut une gestion plus efficace des ressources et renforce le tissu social et économique local par une approche plus collaborative et communautaire, adaptée aux défis contemporains de durabilité et d'efficacité.

4.2. Incertitudes

Les défis de la mise en place des REP

L'adoption du principe de la Responsabilité Élargie du Producteur (REP) en France marque une étape importante dans la gestion des déchets, visant à transférer la responsabilité de leur gestion des collectivités locales aux producteurs. Ce changement incite les producteurs à concevoir des produits plus durables et à prendre en charge la collecte et le recyclage des déchets, en particulier pour les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), qui contiennent à la fois des matériaux dangereux et précieux (Micheaux, 2020).

La mise en œuvre de la REP exige une action collective et la collaboration entre producteurs, distributeurs, recycleurs, et collectivités. Les éco-organismes, des entités privées à but non lucratif agréées par l'État, jouent un rôle crucial dans ce processus. Ils collectent les éco-contributions des producteurs, qui financent la collecte et le recyclage des déchets.

Toutefois, le système REP est confronté à des défis significatifs. Malgré ses succès, la nécessité d'accroître la transparence, d'améliorer la traçabilité des flux de déchets, et de renforcer la gouvernance des éco-organismes est devenue évidente. La loi anti-gaspillage pour une économie circulaire de 2020 vise à répondre à ces défis en renforçant le dispositif REP, étendant ses principes à de nouvelles filières, et augmentant les exigences en matière d'écoconception et de recyclabilité.

En pratique, la collaboration entre les producteurs et les autres parties prenantes dans le cadre de la REP ne se fait pas toujours de manière fluide. Des tensions existent, notamment en ce qui concerne la répartition des coûts de gestion des déchets et le niveau d'engagement des producteurs envers la réduction des déchets et l'économie circulaire. La loi de 2020, en renforçant les exigences et en introduisant de nouvelles filières, tente de pallier ces difficultés en favorisant une collaboration plus étroite et en responsabilisant davantage les acteurs impliqués.

La réticence à l'usage des nanomatériaux



La réticence à l'usage des nanomatériaux découle de leur double facette : d'une part, leur potentiel révolutionnaire pour l'économie circulaire grâce à des matériaux innovants comme les eutectogels, les matériaux à base de mycélium, et les avancées en nanoagriculture et agriculture plasma, et d'autre part, les risques qu'ils posent pour la santé humaine et l'environnement. Ces matériaux offrent des possibilités de développement durable considérables, allant de l'amélioration de la durabilité des dispositifs électroniques et de la surveillance de la santé à la réduction de l'impact environnemental de la production alimentaire (Eulaerts et al., n.d.). Cependant, la production et l'utilisation accrues de nanomatériaux soulèvent des préoccupations en matière de santé et de sécurité, notamment les risques d'inflammation pulmonaire similaire à celle causée par l'amiante et l'exposition accrue des travailleurs³³.

La transition vers des pratiques d'économie circulaire nécessite donc un équilibre entre l'exploitation des avantages des nanomatériaux et la gestion de leurs risques. Cela implique le développement de cadres réglementaires et de politiques qui encouragent une innovation responsable, l'adoption de technologies plus sûres, et une meilleure compréhension des impacts potentiels des nanomatériaux. De plus, cela requiert des modèles d'affaires industriels qui intègrent la durabilité, la sécurité, et la responsabilité environnementale, tout en tirant parti des principes de l'économie circulaire pour minimiser les impacts écologiques. En somme, bien que les nanomatériaux offrent des opportunités importantes pour l'innovation et le développement durable, leur utilisation souligne la nécessité d'une approche prudente et réglementée pour protéger la santé humaine et l'environnement.

4.3. Signaux faibles / Germes de changement

Matérialisation de l'exploitation minière urbaine et des passeports matériels

Ce facteur clé qui est à l'intersection vers le signal faible et une tendance met en lumière un changement innovant dans les industries de la construction et de l'immobilier vers la durabilité. Cette approche considère les bâtiments comme des « banques de matériaux » à la fin de leur cycle de vie, où au lieu que la démolition mène à des déchets, les matériaux sont vus comme des ressources précieuses à récupérer et à réutiliser³⁴.

Un élément clé de cette stratégie est le développement de « passeports matériaux » qui documentent les types, les valeurs et la facilité de démontage des matériaux dans un bâtiment. La société néerlandaise Madaster, par exemple, a été pionnière dans la création d'une bibliothèque numérique où les bâtiments sont catalogués par leurs matériaux constitutifs. Cela aide à planifier la réutilisation et le recyclage futurs des composants du bâtiment.

Diverses mises en oeuvre pratiques de ces concepts sont évidentes à l'échelle mondiale. À Amsterdam, des projets comme Beach Island exigent que les bâtiments possèdent un passeport matériel afin que les matériaux puissent être récupérés efficacement après la démolition. De même, la transformation du bloc des années 1930, l'Hôtel Blique par Nobis à Stockholm, en une installation moderne a réutilisé des matériaux pour réduire considérablement les émissions de carbone.

En outre, d'autres utilisations innovantes de matériaux recyclés incluent le bâtiment de bureaux Epic à Malmö, qui a utilisé des bouteilles PET pour l'insonorisation et du béton réutilisé pour les revêtements de sol. Le projet

³³ <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/sya-nano>

³⁴ <https://www.swecogroup.com/urban-insight/circularity/circular-construction-an-opportunity-we-cant-waste/>



à Stationsplein à Leiden et le dépôt de recyclage Dala à Borlänge, en Suède, démontrent la coopération communautaire et municipale dans l'application des principes de l'économie circulaire aux processus de construction et de démolition.

Ces initiatives réduisent non seulement les déchets et les émissions de carbone, mais créent également de nouveaux modèles commerciaux et de conception. Ces modèles se concentrent sur la durabilité en promouvant la réutilisation des matériaux tout au long du cycle de vie des bâtiments, de la construction à la démolition. Cette approche, incarnée par l'exploitation minière urbaine et les passeports matériels, représente une tendance significative vers des pratiques de développement urbain et de construction plus durables.

La fabrication à l'échelle atomique

La fabrication à l'échelle atomique, une percée en nanotechnologie et science des matériaux, permet de construire des matériaux et dispositifs avec une précision sans précédent. Cette technique manipule atomes et molécules pour produire des structures très précises et quasi exemptes de défauts, améliorant significativement la performance et l'efficacité des produits. Elle a un potentiel immense pour révolutionner les industries en optimisant les propriétés des matériaux, permettant la miniaturisation des composants électroniques pour des dispositifs plus puissants, et améliorant l'efficacité énergétique, contribuant ainsi à la durabilité et aux efforts d'atténuation du changement climatique.

La fabrication à l'échelle atomique présente un potentiel considérable pour la circularité et la résolution de la pénurie de matières premières, en optimisant l'utilisation des matériaux et en soutenant les processus de fabrication durable essentiels aux principes de l'économie circulaire. Les recherches de l'Oak Ridge National Laboratory (ORNL) démontrent son rôle clé dans le développement de matériaux innovants comme le graphène, avec des propriétés remarquables telles que l'auto-cicatrisation³⁵. Cette précision permet la création de matériaux plus durables et efficaces, réduisant ainsi les remplacements fréquents et minimisant les déchets. De plus, les pratiques de fabrication durable favorisent la gestion des chaînes d'approvisionnement et la réduction de l'impact environnemental, appuyant les objectifs de l'économie circulaire pour une industrie plus durable et efficace.

L'application de graphène peut être importante pour l'industrie en France et peut significativement contribuer dans l'éco-conception et la protection des ressources naturelles^{36,37}. Les recherches sur le graphène indiquent un risque inflammatoire potentiel sans toxicité directe à des doses modérées. Il y a également une préoccupation pour l'environnement, notamment sur son impact dans les eaux. Des études supplémentaires sont nécessaires pour une évaluation complète de ses effets³⁸.

Le foyer comme un centre d'économie circulaire

L'utilisation actuelle des ressources naturelles et de l'énergie, ainsi que les émissions domestiques, sont insoutenables, particulièrement dans les pays riches. Ceci a mené à l'imagination d'autres formes d'économies et de foyers exploitant l'énergie renouvelable et le recyclage des matériaux dans des boucles fermées, suivant

³⁵ <https://www.ornl.gov/news/new-insights-advance-atomic-scale-manufacturing>

³⁶ <https://www.lesechos.fr/partenaires/bpifrance/des-francais-bientot-champions-deurope-de-production-de-graphene-1975143>

³⁷ <https://fr.fashionnetwork.com/news/Candiani-cree-un-jean-a-base-de-graphene-un-denim-high-tech-aux-proprietes-thermoregulatrices,1525626.html>

³⁸ Le graphène est-il toxique? | CNRS Le journal



les principes de l'économie circulaire. Bien que ces principes s'appliquent principalement aux systèmes économiques entiers, ils pourraient être davantage adoptés par les foyers à l'avenir, transformant potentiellement les déchets domestiques en sources de revenus et contribuant à la préservation des ressources naturelles de la planète (Dufva & Rowley, 2022).

Le concept de considérer le foyer comme un centre d'économie circulaire pourrait transformer fondamentalement les modèles traditionnels de l'industrie et de la fabrication en intégrant directement la réduction des déchets, le recyclage et la réutilisation dans les systèmes économiques. Cette perspective suggère un futur où les foyers fonctionneraient en boucles fermées, gérant ressources et déchets de manière durable. Pour les industries, cela pourrait ouvrir des modèles d'affaires innovants centrés sur le recyclage des sous-produits domestiques et la décentralisation du traitement des déchets, tout en favorisant une coopération plus étroite entre industries et foyers, où le déchet de l'un devient la ressource de l'autre. Ce modèle pourrait réduire significativement l'impact environnemental, promouvoir la conservation de l'énergie et offrir de nouvelles avenues de revenus ou d'économies pour les foyers, tout en fournissant aux industries des matériaux moins chers et locaux.

Un exemple local montrant que ce signal faible pourrait se développer en tendance est ABCDE groupe dans les Vosges³⁹ qui collecte la bouse de vache auprès des fermiers pour la biométhanisation.

Et si consommer signifie (re)produire ?

Imaginons un monde où réparer et modifier ce que nous possédons déjà devient la norme, en utilisant des matériaux locaux et des déchets comme matières premières, ouvrant la voie à des initiatives axées sur l'artisanat et la réparation. Ce signal faible suggère une transformation profonde dans la consommation et la production, orientée vers une économie circulaire et la durabilité. Pour l'industrie, cela pourrait signifier l'adoption de modèles d'affaires centrés sur la réparation, le recyclage et la personnalisation, au lieu de la production de masse de biens neufs. Les industries pourraient collaborer avec les consommateurs en offrant des services de réparation ou en utilisant des matériaux recyclés et locaux pour la production. Cette coopération pourrait non seulement réduire les déchets mais aussi renforcer les liens entre les producteurs et les consommateurs, favorisant un engagement commun pour la durabilité.

Facturer – oui, mais dans une autre monnaie que de l'argent

Dans un avenir où la culture de consommation est remise en question par les cafés de réparation et les modèles d'affaires de l'économie circulaire, l'idée de payer avec de la visibilité, comme le fait le café Pick Me Up à Toronto via les réseaux sociaux, soulève la possibilité d'une nouvelle forme de commerce⁴⁰. Bien que cette approche à la consommation et facturation est très émergente, elle pourrait servir comme matière à réflexion. Par exemple, en lien avec les signaux faibles précédents, il est possible d'imaginer de donner des produits en échange de déchets recyclables que les clients apportent, ou de proposer des réductions ou des services gratuits en échange de bénévolat ou de contributions communautaires. Prendre en compte la possibilité de demander aux utilisateurs de payer avec leurs compétences ou d'autres ressources non monétaires reste des pistes de réflexion.

³⁹ <https://organique.abcde-groupe.com/>

⁴⁰ <https://thevarsity.ca/2021/09/26/pick-me-ups-toronto-pop-up/>



Coopération entre les filières (industries)

Ce signal faible illustre comment des industries apparemment distinctes peuvent collaborer pour relever des défis communs, en particulier environnementaux. Prenons l'exemple de Stora Enso, une entreprise spécialisée dans la production de bois et de cellulose, qui s'est associée à Filippa K, une marque de vêtements, pour créer une édition limitée de vêtements fabriqués à partir de fibres de cellulose. Cette collaboration répond directement aux problématiques environnementales auxquelles est confrontée l'industrie textile, notamment la consommation excessive de ressources et la production de déchets. En utilisant la cellulose issue du bois, une ressource renouvelable, Filippa K peut réduire son empreinte carbone et proposer des alternatives plus durables à ses clients⁴¹.

Cette approche est également visible dans l'initiative de Toast Ale, qui utilise du pain invendu pour remplacer une partie du malt dans la fabrication de la bière. En intégrant du pain, qui est l'un des produits alimentaires les plus gaspillés, dans le processus de brassage, Toast Ale non seulement valorise un déchet, mais offre également une solution éco-responsable en réduisant la demande en malt, une autre ressource agricole. Cela montre que les pratiques traditionnelles, comme l'utilisation de pain dans la bière documentée par les anciens Mésopotamiens, peuvent être adaptées et modernisées pour répondre aux défis actuels⁴².

Nouvelles connaissances en anciennes industries

L'intégration de nouvelles connaissances scientifiques et technologiques dans des secteurs traditionnels peut transformer radicalement des industries établies depuis longtemps. Cela est particulièrement visible dans le domaine de la bioéconomie, où les avancées en biotechnologie et en chimie verte sont en train de réinventer l'industrie des matériaux de construction, notamment le béton.

1. Bioéconomie et industrie du béton

Traditionnellement, la production de béton est un processus énergivore et fortement émetteur de CO₂, principalement à cause de la calcination du calcaire dans la production de ciment. Cependant, l'adoption de connaissances en bioéconomie ouvre la voie à des innovations significatives. Par exemple, l'utilisation de liants biologiques ou de matériaux composites intégrant des fibres naturelles peut non seulement réduire l'empreinte carbone de ce secteur mais aussi améliorer la recyclabilité des produits finaux.

Des entreprises comme Solution Biosys proposent des alternatives durables en développant des matériaux de construction biosourcés qui sont moins dépendants des ressources non renouvelables. Ces innovations peuvent inclure l'utilisation de sous-produits agricoles ou forestiers dans la composition du béton, ce qui contribue à la création d'un cycle de vie plus vert pour les matériaux de construction⁴³.

2. Lignine - Clé de la transition énergétique ?

L'industrie des batteries, traditionnellement dépendante de matériaux comme le lithium et le cobalt, explore de nouvelles avenues avec la lignine, un composant du bois, pour réduire la dépendance aux importations et minimiser l'impact environnemental. L'entreprise finlandaise Stora Enso a développé des anodes de batterie, nommées « Lignode », en utilisant la lignine, proposant une solution plus verte et moins énergivore.

⁴¹ <https://www.thelocal.se/20180418/this-nordic-company-wants-you-to-wear-trousers-made-from-trees-stora-enso-tlccu>

⁴² <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/brewing-beer-from-surplus-bread?sortBy=rel>

⁴³ <https://www.solution-biosys.fr/>



Les anodes en lignine offrent non seulement une réduction de l'empreinte carbone, mais améliorent aussi les performances des batteries, avec des temps de charge réduits significativement. Cependant, la mise à l'échelle de cette technologie présente des défis techniques, et nécessite une gestion durable des ressources forestières pour éviter l'épuisement des écosystèmes⁴⁴.

4.4. Controverses

L'extraction des ressources naturelles continue

L'analyse du cycle de vie des produits, notamment des équipements électroniques, met en lumière un aspect crucial souvent négligé : l'extraction des ressources naturelles. Malgré les progrès en éco-conception et en recyclage des DEEE (Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques), ces initiatives peinent à répondre à une demande croissante en équipements électroniques. Cette hausse de la demande est attribuable à plusieurs facteurs, notamment la réduction des coûts grâce à l'industrialisation et la délocalisation, l'avancement technologique, la diminution de la durée de vie des produits pour des raisons marketing et de coûts, et l'augmentation de la demande dans les pays aspirant au niveau de vie occidental. Cette situation est aggravée par l'épuisement proche de certaines ressources naturelles essentielles à la production de ces équipements.

Les ressources naturelles, à l'instar des énergies fossiles, ne sont pas inépuisables. L'industrie électronique consomme massivement des matières premières variées, et nous approchons de l'épuisement de ces ressources plus rapidement que prévu. L'extraction de ces matériaux, souvent réalisée dans des pays en développement, pose de sérieux problèmes environnementaux et sociaux. Par exemple, l'exploitation du coltane en République Démocratique du Congo alimente un conflit armé pour le contrôle de cette ressource stratégique.

Les données de PCMAG.com révèlent l'échéance d'épuisement de plusieurs ressources clés, comme le terbium en 2012, l'hafnium en 2018, et d'autres matériaux tels que l'argent, l'antimoine, le palladium, l'or, le zinc, l'indium, le plomb, le tantale, le cuivre, l'uranium, le nickel, le pétrole et le platine entre 2021 et 2064. Cette situation soulève des inquiétudes quant à la durabilité de notre consommation de ressources et la nécessité d'accroître le recyclage. Actuellement, des éléments comme le plomb (72%), l'aluminium (49%), et l'or (43%) bénéficient de taux de recyclage significatifs, tandis que d'autres, comme le gallium, l'indium, le phosphore, le platine, et l'uranium, ne sont pas recyclés⁴⁵.

4.5. Ruptures

Une nouvelle ère énergétique

⁴⁴ <https://www.renouvelle.be/fr/batterie-electrique-le-bois-de-nos-forets-comme-ressource-locale/>

⁴⁵ <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/informatique-et-epuisement-des-ressources-naturelles-6484/>



L'entrée dans une nouvelle ère énergétique, marquée par des percées technologiques dans la recherche nucléaire, soulève des implications significatives pour l'industrie en France et en Europe. Ces avancées, notamment dans le développement de nouveaux matériaux comme les composites de carbone non fragiles et les supraconducteurs, promettent de rendre l'énergie nucléaire extrêmement bon marché. L'utilisation de ces matériaux pourrait révolutionner la production d'énergie en permettant de concevoir des réacteurs nucléaires plus sûrs et plus efficaces (Miles et al., n.d.).

Cet élément de rupture peut avoir des impacts positifs. Par exemple, l'amélioration significative de l'efficacité énergétique et la réduction des coûts de production d'énergie nucléaire ont le potentiel de stimuler l'économie en réduisant les coûts pour les industries et les ménages. Cela pourrait également renforcer la compétitivité des industries européennes sur le marché mondial.

Ensuite, avec la possibilité de produire de l'énergie nucléaire de manière plus localisée et économique, la France et d'autres pays européens pourraient réduire leur dépendance aux importations de combustibles fossiles, renforçant ainsi leur sécurité énergétique.

Enfin, la mise en oeuvre de ces nouvelles technologies et matériaux dans la production d'énergie nucléaire alignerait également l'industrie sur les objectifs de l'économie circulaire, en minimisant les déchets nucléaires et en optimisant l'utilisation des ressources.

Néanmoins, cet élément de rupture n'est pas sans impacts négatifs. Malgré les améliorations de la sécurité, l'expansion de la production d'énergie nucléaire soulève des inquiétudes concernant la gestion des déchets nucléaires et les risques d'accidents. La nécessité de maintenir des normes de sécurité élevées pourrait entraîner des coûts supplémentaires et nécessiter des investissements significatifs en recherche et développement.

L'opposition publique à l'énergie nucléaire en Europe, en raison de préoccupations environnementales et de sécurité, pourrait freiner l'adoption de ces nouvelles technologies. La sensibilisation et l'acceptation publiques restent des défis majeurs pour l'industrie nucléaire.

L'accès inégal aux technologies nucléaires avancées pourrait creuser l'écart entre les régions européennes en termes de capacités énergétiques et d'innovation, exacerbant les inégalités régionales.

Le développement de réacteurs nucléaires basés sur de nouveaux matériaux pourrait également contribuer à une polarisation globale, les pays ayant les moyens d'investir dans ces technologies bénéficiant d'une indépendance énergétique accrue, tandis que d'autres pourraient rester dépendants des combustibles fossiles ou de l'énergie importée.

Transformation des déchets en énergie

L'émergence d'un système énergétique révolutionnaire, capable de transformer divers types de déchets en énergie principalement par gazéification, présente un élément de rupture qui pourrait radicalement transformer l'industrie et la société en France et en Europe. Ce développement technologique promet une énergie propre, sûre, et gratuite, produite au niveau local, réduisant ainsi la dépendance aux centrales énergétiques externes. Cette avancée, issue des politiques d'innovation concentrées sur les nouvelles technologies et la recherche autour de l'utilisation des déchets comme « nouvelle matière première », suggère que l'infrastructure énergétique traditionnelle pourrait devenir obsolète (Miles et al., n.d.)(Miles et al., n.d.)(Miles et al., n.d.).

Les impacts sont positifs pour la société et environnement. La production d'énergie gratuite à partir de déchets



aurait un impact profondément positif sur la vie des citoyens, en fournissant une énergie propre et en réduisant les déchets. Cela soutiendrait également les objectifs de l'économie circulaire en valorisant les déchets comme ressources et en diminuant l'impact environnemental de la production énergétique.

Cette technologie permettrait aussi l'indépendance énergétique. Pour l'industrie française et européenne, cette technologie offre la possibilité de réduire considérablement la dépendance aux combustibles fossiles importés, en favorisant une autonomie énergétique basée sur des ressources locales renouvelables.

Enfin, le développement et la commercialisation de ces nouvelles technologies pourraient stimuler l'innovation, créer de nouvelles entreprises et des emplois dans le secteur de l'énergie renouvelable, renforçant ainsi l'économie.

Néanmoins, pour les acteurs traditionnels de l'industrie énergétique, cette wild card représente un risque significatif. La baisse de la demande pour l'énergie conventionnelle pourrait entraîner des pertes économiques importantes pour les secteurs du pétrole, du gaz et du charbon.

La transition vers une production d'énergie décentralisée exigerait d'importants investissements dans les infrastructures et la recherche pour garantir la sécurité et l'efficacité des nouvelles installations énergétiques.

L'adaptation des cadres réglementaires et la garantie que les bénéfices de cette énergie gratuite soient équitablement distribués poseraient des défis significatifs. Il y aurait un besoin urgent de politiques visant à soutenir la reconversion des travailleurs et des industries touchées.

5. Bibliographie

ADEME. (2017). Vers une économie de la fonctionnalité à haute valeur environnementale et sociale en 2050. www.ademe.fr/mediatheque

Collard, F. (2020). L'économie circulaire. Courrier Hebdomadaire Du CRISP, n° 2455-2456(10), 5–72. <https://doi.org/10.3917/cris.2455.0005>

Demissy, R., & Le Dilosquer, P.-Y. (n.d.). CHANGING ECONOMIC MODEL : WHAT CONSEQUENCES FOR BUSINESS MODEL ?

Dufva, M., & Rowley, C. (2022). WEAK SIGNALS 2022 2 0 3 J A N U A R Y 2 0 2 2. www.sitra.fi

Eulaerts, O., Joanny, G., Fragkiskos, S., Grabowska, M., Brembilla, S., Rossi, D., Nicula, G., & Perani, S. (n.d.). Weak signals in Science and Technologies in 2021 Technologies at a very early stage of development that could impact the future. <https://doi.org/10.2760/700257>

FONDS MONÉTAIRE INTERNATIONAL Régimes fiscaux des industries extractives: conception et application. (n.d.).



Lanoie, P., & Normandin, D. (2015). L'économie circulaire. *Gestion*, Vol. 40(3), 90–95.
<https://doi.org/10.3917/riges.403.0090>

Megatrends Hub Competence Centre on Foresight Joint Research Centre. (n.d.).

Micheaux, H. (2020a). La gestion des déchets et la responsabilité élargie du producteur, un modèle français qui fait référence. *Le Journal de l'école de Paris Du Management*, N° 146(6), 23–30.
<https://doi.org/10.3917/jepam.146.0023>

Micheaux, H. (2020b). La gestion des déchets et la responsabilité élargie du producteur, un modèle français qui fait référence. *Le Journal de l'école de Paris Du Management*, N° 146(6), 23–30.
<https://doi.org/10.3917/jepam.146.0023>

Miles, I., Ravetz, J., & Cox, D. (n.d.). WILD CARDS-Policy Alerts from iKnow Project SEE PROFILE.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11252.81286>

Niel, J. Van. (2014). L'économie de fonctionnalité : principes, éléments de terminologie et proposition de typologie. *Développement Durable et Territoires*, Vol. 5, n°1.
<https://doi.org/10.4000/developpementdurable.10160>

Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2–3), 172–194.
<https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>

Teece, D. J., & Linden, G. (2017). Business models, value capture, and the digital enterprise. *Journal of Organization Design*, 6(1).
<https://doi.org/10.1186/s41469-017-0018-x>

Thakur, S. K. (2011). Fundamental Economic Structure and Structural Change in Regional Economies: A Methodological Approach. *Région et Développement*, 33.