

6. LA SOCIÉTÉ SGD PHARMA S'ENGAGE DANS LA RSE

SGD Pharma, leader mondial de l'emballage pharmaceutique en verre

SGD Pharma est un groupe d'origine française, anciennement filiale de Saint-Gobain. L'entreprise est spécialisée dans la fabrication d'emballage en verre pour l'industrie pharmaceutique. Le groupe possède cinq usines de production en Europe et en Asie. En France, le groupe est implanté à Saint-Quentin-Lamotte (80) et à Sucy-en-Brie (94). SGD Pharma définit sa mission comme ceci : « Améliorer et protéger la santé des patients, en fournissant à nos clients de l'industrie pharmaceutique un emballage primaire en verre de haute qualité, fiable et innovant ».

Pour réussir cette mission, l'entreprise s'appuie sur trois axes : l'innovation, une politique qualité déployée sur l'ensemble des processus et le développement durable. Pour développer ce dernier point, le groupe a décidé de le structurer en s'appuyant sur une démarche RSE.

Le développement de la RSE chez SGD Pharma

La stratégie RSE du groupe est basée sur les objectifs du développement durable définis par les Nations Unies afin de proposer un avenir responsable aux parties prenantes de l'entreprise. Cette stratégie s'appuie sur trois axes : le social, les valeurs et l'impact environnemental. Les engagements du groupe sont présentés et publiés annuellement dans le rapport RSE. La stratégie RSE de l'entreprise est supervisée par le CEO, Christophe Nicoli. Elle est partagée et déployée par les membres du comité exécutif, sous la responsabilité du directeur Qualité et RSE du groupe, Laurent Millet.

L'axe social

Dans sa politique RSE, SGD Pharma souhaite mettre l'humain au centre de ses priorités. Cela se traduit par la mise en place d'actions qui protègent les employés et favorisent leur développement personnel.

Un plan d'actions est développé pour que toutes les parties prenantes évoluent dans un environnement sûr et sain.



L'axe social se décline alors en différents chapitres :

- Le management de la santé et de la sécurité avec des objectifs comme « zéro accident » et « zéro maladie professionnelle » ;
- La formation et le management des carrières avec la volonté d'attirer de nouveaux talents et de développer les ressources humaines actuelles ;
- Le dialogue social et la diversité avec, par exemple, la promotion de l'égalité homme/femme dans l'entreprise.

Les valeurs de l'entreprise

Le deuxième axe de la politique RSE de l'entreprise s'appuie sur des standards éthiques élevés afin de favoriser les pratiques en interne et en externe en accord avec les valeurs de l'entreprise. Cet axe s'appuie sur les valeurs suivantes :

- Qualité de service et compétitivité, en intégrant notamment la politique qualité et le management de la supply chain ;
- Ethique de l'entreprise ;
- Achats responsables.

L'impact environnemental

L'impact environnemental est le troisième axe sur lequel s'appuie la politique RSE de SGD Pharma. Il permet de définir des objectifs clairs à long terme concernant la consommation d'énergie, les émissions de CO₂, l'optimisation de l'utilisation des ressources et la gestion des déchets.

Les sujets abordés dans cet axe sont :

- La consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre ;
- La réutilisation, les déchets et l'eau ;
- La prévention des pollutions locales et accidentelles.



SGD Pharma, usine de Saint-Quentin-Lamotte (80)



2

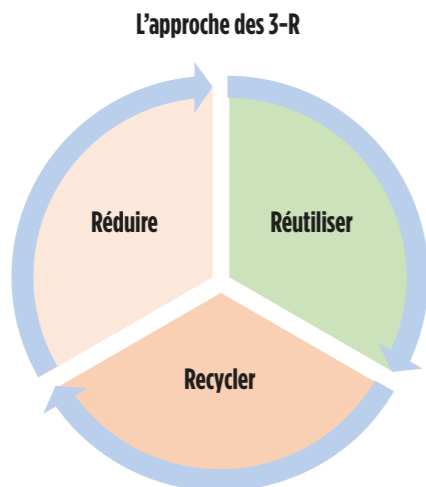
L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

1. REPÈRES : ÉCONOMIE CIRCULAIRE, C'EST QUOI ?

Sébastien Bourdin, HDR, EM Normandie (EMN)

Définition de l'économie circulaire

Il existe plus de cent définitions différentes de l'économie circulaire dans la littérature scientifique et les revues professionnelles. Les définitions sont essentiellement axées sur l'utilisation des matières premières ou sur le changement de système. Les définitions qui se concentrent sur l'utilisation des ressources suivent souvent l'approche des 3-R : Réduire (utilisation minimale des matières premières), Réutiliser (réutilisation maximale des produits et des composants), Recycler (réutilisation de haute qualité des matières premières).



Un bon exemple de cette approche des 3-R est les trottinettes partagées que l'on peut retrouver dans de nombreuses agglomérations françaises. Ces dernières permettent de réduire le nombre de personnes qui doivent acheter leur propre trottinette. Cela réduit l'utilisation de matières premières (réduire). Si la batterie d'une trottinette ne fonctionne plus, elle peut être réparée ou le châssis de la trottinette peut être utilisé pour fabriquer ou remettre à neuf une autre trottinette (réutiliser). Lorsque ces pièces ne peuvent plus être réutilisées, le métal, le textile et le plastique des pièces peuvent être fondus pour en faire une nouvelle trottinette

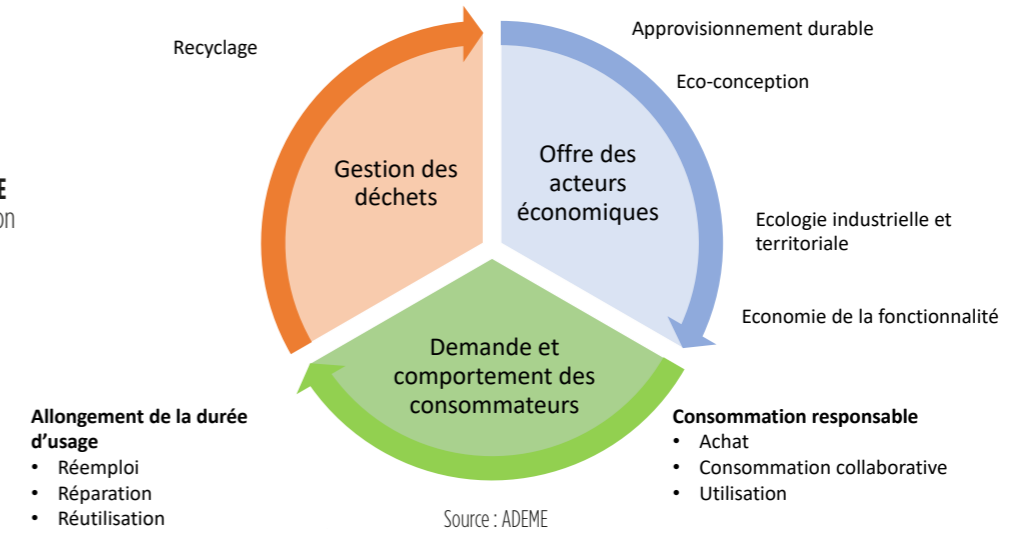
(recyclage). A noter que, avec le principe des 3-R, les produits peuvent également être convertis en services, comme Spotify qui vend des licences d'écoute au lieu de CD.

S'il fallait retenir une définition, on pourrait dire qu'il s'agit d'un système économique en boucle fermée dans lequel les matières premières, les composants et les produits perdent le moins de valeur possible. Cela consiste donc à produire des biens et des services de la manière la plus durable possible en limitant (voire en évitant) de consommer des ressources pour les produire, en réduisant voire en supprimant le gaspillage de ces ressources.

Ainsi, l'économie circulaire s'oppose au modèle d'économie linéaire dans lequel on vit aujourd'hui (extraire de la matière première, produire, consommer, jeter). L'économie circulaire ne nécessite pas seulement des cycles de matériaux fermés/bouclés, mais aussi une pensée systémique. Chaque acteur de l'économie (entreprise, personne, organisme) est relié à d'autres acteurs. Ensemble, ils forment un réseau dans lequel les actions d'un acteur influencent les autres acteurs. Fermer/boucler les cycles des matériaux nécessite bien plus qu'un simple recyclage. Elle modifie la manière dont la valeur est créée et préservée, dont la production est rendue plus durable et dont les modèles économiques sont utilisés.



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
Trois domaines d'action
Sept piliers



Quels sont les avantages économiques et écologiques à sa mise en place ?

Il s'agit d'abord d'avantages écologiques. Prenons l'exemple du plastique. 300 millions de tonnes de nouveau plastique sont produites chaque année dans le monde. Sur ce total, 5 millions de tonnes finissent dans les océans. Il s'agit de déchets plastiques rejetés sur terre, dans la mer ou dans les égouts. Ceci a des conséquences néfastes pour les écosystèmes naturels. De fait, recycler plutôt que jeter peut éviter ce phénomène. En suivant les principes de l'économie circulaire, les émissions de gaz à effet de serre sont automatiquement réduites à l'échelle mondiale car on évite d'extraire de la matière première et de fabriquer un produit. Par ailleurs, si le déchet est recyclé, réutilisé ou réemployé localement, cela évite aussi des coûts carbone liés au transport de marchandises sur de longues distances.

Ensuite, il existe des avantages économiques et géopolitiques. Outre les dommages causés par l'économie linéaire sur les écosystèmes naturels, ce modèle économique met également en péril l'approvisionnement en matériaux. Cette incertitude est causée par la fluctuation des prix des matières premières, la rareté des matériaux, la dépendance géopolitique à l'égard de différentes ressources et l'augmentation de la demande. Or, ces problèmes sont résolus dans une économie circulaire. Un principe important de l'économie circulaire est de découpler la croissance économique de la consommation de matières premières. Par conséquent, l'économie n'est pas entravée par la pénurie de matières premières pour se développer. Par ailleurs, l'économie circulaire permettrait de créer des emplois pour le recyclage à forte intensité de main-d'œuvre et les réparations de haute qualité, dans le secteur de la logistique grâce à la reprise locale des produits et dans les entreprises grâce à l'innovation, à l'économie de services et aux nouveaux modèles commerciaux.

Quels sont les avantages pour les entreprises ?

Les avantages de l'économie circulaire se traduisent par des opportunités pour les entrepreneurs. Cela crée de nouvelles possibilités de profit, un approvisionnement plus stable en matériaux, une demande croissante pour certains services et des relations renforcées avec les clients.

Grâce à la transition vers l'économie circulaire, les entreprises réduisent les coûts des matériaux et développent des marchés totalement nouveaux où des profits peuvent être réalisés. Dans de nombreux secteurs, les matières premières représentent un poste de coût élevé. L'extraction de nouvelles matières premières et l'incertitude quant à leur approvisionnement dans une économie linéaire font grimper le prix de ces matériaux. La circularité peut donc offrir de nouvelles opportunités de profit grâce à des coûts plus bas, une sécurité accrue de l'approvisionnement en matières premières, une coopération plus étroite au sein de la chaîne et une chaîne d'approvisionnement plus robuste.

Par ailleurs, l'économie circulaire offre de nouveaux modèles commerciaux et de nouvelles opportunités pour fidéliser les clients. Le passage de la livraison de produits aux services, aux modèles de leasing et à la location crée une relation à long terme entre le client et le fournisseur, car les contacts sont plus nombreux pendant la durée de vie du produit. Lorsque le fournisseur reste responsable du produit livré, le service intermédiaire, la maintenance, la réparation et une bonne communication peuvent non seulement entraîner la satisfaction du client, mais aussi sa fidélisation, ce qui garantit que le client achètera à nouveau des produits après l'expiration du contrat.

2. ÉCONOMIE, CIRCULEZ IL Y A TOUT À VOIR !

Institut Mines Telecom (IMT)

Pour déployer efficacement des politiques d'économie circulaire sur un territoire, entreprises et décideurs doivent disposer d'outils d'évaluation et de simulation. La conception de ces outils, encore au stade de la recherche, passe nécessairement par une meilleure prise en compte de l'impact des activités humaines, tant à l'échelle locale que planétaire.

« L'économie circulaire permet d'optimiser les ressources à disposition, afin de les préserver et de réduire la pression sur l'environnement » introduit Valérie Laforest, chercheuse à Mines Saint-Etienne. La conscience de la nécessité de préserver la planète a commencé à se développer véritablement dans les années 1990. Elle s'est accompagnée progressivement de différentes réglementations importantes. Par exemple, la directive IPPC de 1996, à laquelle Valérie Laforest a contribué via ses recherches sur la mise en œuvre de cette directive, vise à prévenir et réduire les différents types d'émissions polluantes. Plus récemment, des lois comme la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (2015) et la loi anti-gaspillage sur l'économie circulaire (2021) ont traduit la volonté croissante de prendre en compte l'environnement dans la réflexion des activités anthropiques. Seulement, afin que les industries puissent s'adapter à ces réglementations, il est fondamental de pouvoir les doter d'outils issus d'une recherche approfondie sur les impacts de leurs activités.

Des outils pour aider la décision des acteurs

Afin de permettre aux acteurs de suivre les réglementations et de réduire leurs impacts sur l'environnement, il est nécessaire de leur fournir des outils adéquats à des problématiques qui sont à la fois planétaires et locales. Une partie de la recherche en économie circulaire concerne donc la construction de ces outils. Il s'agit de concevoir des modèles qui

soient suffisamment précis pour pouvoir caractériser et évaluer un système à l'échelle d'un territoire, mais qui soient également suffisamment larges pour être adaptés à des territoires avec d'autres caractéristiques. Des cadres méthodologiques assez généraux peuvent donc être développés, à l'intérieur desquels il est possible de déterminer des critères et des indicateurs spécifiques à certains cas ou secteurs. Ces outils doivent permettre aux décideurs d'avoir les informations nécessaires pour implémenter leurs infrastructures.



Source : cap-ter.com

À Mines Saint Etienne et en collaboration avec Macéo (Association qui accompagne le Massif Central dans son développement territorial durable), une équipe de chercheurs se concentre sur le développement d'un outil appelé ADALIE (<https://www.cap-ter.com/>), qui a pour but de caractériser le potentiel des territoires. Cet outil présente notamment une cartographie de différentes zones géographiques avec différents critères, comme des critères économiques ou environnementaux des territoires, ainsi que des industries y étant déjà implantées et leurs impacts. Les décideurs peuvent donc se baser sur cette cartographie pour choisir leur zone d'activité prioritaire. « La question sous-jacente est pouvoir assurer qu'un territoire possède les aspects pour mettre en place des stratégies d'économie circulaire, et que cela réussisse » précise Valérie Laforest. L'outil ADALIE visera, dans un second temps, à archiver les

expériences de pratiques territoriales efficaces pour constituer des bases de données.

Pour chaque étude de territoire, les recherches permettent d'obtenir un maximum d'informations de différentes natures. Ces données génèrent des modèles qui peuvent ensuite être testés sur d'autres territoires, ce qui permet aussi de vérifier la robustesse des modèles selon les indicateurs choisis. Les outils de ce type aident la décision des acteurs locaux sur les aspects d'économie industrielle et territoriale. « Cela permet de réfléchir à comment développer des stratégies qui rassemblent plusieurs acteurs avec des enjeux et des problématiques différentes sur un territoire » indique Valérie Laforest. Pour cela, il est fondamental de disposer de méthodologies qui permettent de mesurer les différents impacts environnementaux. Deux grandes méthodes existent.

Mesures d'impact en économie circulaire

L'analyse du cycle de vie (ACV) vise à estimer des impacts environnementaux ayant une couverture géographique et temporelle importante, et prenant notamment en compte les problématiques de distance de transport. L'ACV cherche à modéliser l'ensemble des consommations et des émissions potentielles sur toute la durée de vie d'un système. Les modèles sont construits à partir d'une compilation de données issues d'autres systèmes et permettent de comparer différents scénarios afin de déterminer celui qui aurait le moins d'impact.

L'autre approche est celle des meilleures techniques disponibles (MTD). Cette pratique a été implémentée avec la directive européenne sur les émissions industrielles (IPPC puis IED) dès 1996. Elle vise à aider les entreprises européennes à obtenir des performances équivalentes à des valeurs de référence sur leurs flux de consommations et d'émissions. Ces références sont définies à partir d'échantillons d'entreprises européennes. La comparaison de leur performance avec l'échantillon de référence permet d'aboutir ou non à une autorisation d'exploitation. Les MTD se basent donc sur des référentiels européens et ont une finalité réglementaire.

Les MTD sont relatives à leur performance en phase d'usage, c'est-à-dire que les performances des techniques sont regardées à la loupe des flux entrants et sortants durant la phase d'utilisation.

L'ACV, quant à elle, s'appuie sur des données réelles ou modélisées intégrant celles en amont et en aval de cette phase. Les approches MTD et ACV sont donc complémentaires et non exclusives. Par exemple, entre deux MTD applicables à un système afin que celui-ci puisse être aligné avec les réglementations, il serait possible de mener différentes modélisations des systèmes par des ACV afin de déterminer la technique qui a le moins d'impact sur l'ensemble de son cycle de vie.

Les limites planétaires

Au-delà de la quantification des flux générés par les entreprises, les mesures d'impacts doivent également intégrer l'effet de ces flux sur l'environnement à l'échelle de la planète. Pour ce faire, des recherches et des pratiques sont également orientées vers l'effet des activités par rapport aux différentes limites planétaires. Ces limites traduisent la capacité de la planète à absorber les impacts, au-delà desquelles ils sont considérés comme ayant des effets irréversibles.

Les travaux de Natacha Gondran à Mines Saint-Etienne s'inscrivent dans le cadre du développement de méthodes d'évaluation absolue de la durabilité environnementale, basées sur les limites planétaires. « Nous travaillons à partir des limites planétaires, définies dans la littérature, et qui correspondent à des catégories d'impacts qui font l'objet de seuils au niveau planétaire. Si l'humanité dépasse ces seuils, les conditions de vie sur Terre deviendront moins stables qu'elles ne le sont aujourd'hui. Nous essayons d'implémenter cela dans des outils d'évaluation d'impacts à l'échelle de systèmes tels que les entreprises » explique la chercheuse. Ces impacts, comme les émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation des sols, ou l'eutrophisation des eaux ne sont pas directement visibles. Il s'agit donc de les représenter afin de pouvoir identifier les actions à mettre en place afin de les réduire.

Les limites planétaires sont définies au niveau mondial par une communauté de scientifiques. Grâce à des outils de modélisation, elles permettent de définir des budgets écologiques qui correspondent, en quelques sortes, à la quantité maximale de polluants qui peuvent être émis pour ne pas dépasser ces limites planétaires. L'enjeu est ensuite de réfléchir à différentes méthodes qui permettent d'assigner ces budgets, planétaires, au niveau des territoires

ou systèmes productifs. Il est ainsi possible d'estimer l'impact d'industries ou de territoires au regard des limites planétaires. « Aujourd'hui, de nombreuses filières dépassent déjà les limites, par exemple l'industrie agroalimentaire associée à l'alimentation carnée. Le défi consiste à trouver des systèmes locaux alternatifs à ces circuits afin de passer en deçà des limites » indique la chercheuse. Il serait, par exemple, judicieux de rapprocher géographiquement la production issue de l'élevage avec la production maraîchère, les effluents d'élevage pouvant servir d'engrais pour les produits maraîchers. Cela pourrait réduire l'impact global des différentes filières agro-alimentaires sur les cycles de l'azote et du phosphore, les émissions associées au transport, ainsi que d'avoir une meilleure gestion des déchets au niveau des territoires.

Application à la gestion territoriale des déchets

La gestion territoriale des déchets est un des aspects fondamentaux de l'économie circulaire. Audrey Tanguy, également chercheuse à Mines Saint-Étienne, réalise une partie de ses travaux sur ce sujet. Elle se concentre sur la mise au point d'approches qui permettent de gérer les déchets de manière optimale en fonction de leur nature et des



caractéristiques des territoires. « Le principe est de caractériser les ressources renouvelables et locales afin de définir comment elles peuvent être traitées directement sur le territoire » résume Audrey Tanguy. Par exemple, les déchets organiques doivent être traités avec les circuits les plus courts possibles car ils se dégradent rapidement. Les approches actuelles tendent à centraliser un maximum les déchets afin de les traiter, tandis que les approches circulaires tendent vers plus de circuits locaux, décentralisés. La décentralisation peut être appuyée par des technologies low tech, optimisant le recyclage local ou le compostage dans le cas des déchets organiques, et notamment dans le milieu urbain.

Les recherches associées au traitement des déchets visent donc à trouver des manières de relocaliser les flux. Les outils de modélisation peuvent aider à spatialiser ces flux pour ensuite aiguiller les décideurs sur la manière de s'insérer dans les filières locales. « Les outils traditionnels d'évaluation d'impact du traitement des déchets évaluent des systèmes industriels centralisés, et il s'agit donc de les régionaliser » explique Audrey Tanguy. Les outils doivent prendre en compte la répartition territoriale des ressources, réutilisables ou non, c'est-à-dire de déterminer quels sont les principaux flux qui peuvent être engagés pour récupérer et transformer des matières. « Il s'agit donc d'utiliser une méthode adéquate pour prioriser les collectes de matières, et pour cela il est nécessaire de faire l'inventaire des flux d'émission et de consommation sur le territoire » souligne la chercheuse.

Implémentation des stratégies sur les territoires

Afin de mettre en place des stratégies d'économie circulaire à l'échelle des territoires, la collaboration des différents types d'acteurs locaux est fondamentale. Au-delà des outils, les chercheurs et les structures en place ont aussi un rôle d'accompagnement pour aider les décideurs à mener des investigations plus approfondies sur les différentes activités présentes dans le territoire choisi. Cela permet de définir des stratégies de collaboration où certains acteurs centraux dynamisent les autres acteurs. Par exemple, des associations d'entreprises ou des syndicats mixtes locaux permettent de promouvoir des politiques qui appuient les stratégies industrielles. Un bon exemple est l'implication de l'association

Macéo, en partenariat avec Mines Saint-Etienne, dans l'implémentation de stratégies pour le recyclage et la valorisation des déchets plastiques dans le Massif Central. Elle agit comme un acteur central au niveau de ce territoire et coordonne les différentes actions grâce à la mise en place de projets collaboratifs entre les entreprises et les collectivités.

Les outils donnent aussi accès à des données quantitatives sur l'intérêt des échanges potentiels entre les entreprises, et leur permettent de comparer différents scénarios basés sur ces échanges. Cela peut s'appliquer sur des aspects de mutualisation des transports, des fournisseurs ou des infrastructures. Même si ces stratégies ne touchent pas au cœur des productions industrielles, elles amorcent des stratégies futures de plus grande envergure en établissant de la confiance entre différents acteurs.

Réindustrialisation des territoires

« Nous partons sur l'hypothèse qu'afin de réduire nos impacts, une des stratégies à mettre en place consiste à procéder à une réindustrialisation des territoires afin de privilégier les circuits courts » explique Natacha Gondran. « Cela peut passer par des compromis, comme d'accepter parfois certaines dégradations locales des impacts mesurés, en contrepartie d'une réduction plus importante de l'impact général » poursuit la chercheuse.

Réindustrialiser les territoires favoriserait donc la mise en place des dynamiques circulaires. La collaboration entre différents acteurs à l'échelle locale apporterait ainsi des réponses appropriées aux enjeux planétaires concernant la pression sur les ressources et les émissions liées aux activités humaines. « Cela fait partie des stratégies à mettre en place pour l'avenir, mais il est également important de repenser notre rapport à la consommation afin de la réduire et de se placer dans une optique de sobriété » conclut Natacha Gondran.



3. ÉCONOMIE CIRCULAIRE, RESSOURCES ET CLIMAT : QUELLES PERSPECTIVES POUR LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION ?

Abdelatif Merabtine, HDR, EPF
Julien Gardan, HDR, EPF
Joël Ntsondé, Enseignant-chercheur, EPF

Avec environ 383 millions de tonnes produites chaque année, les matériaux de construction représentent la majorité des déchets en France, soit 49% de la production nationale de déchets (ADEME, 2020). L'économie circulaire, modèle économique émergent qui permet d'optimiser la production et la consommation de ressources, constitue ainsi une solution particulièrement intéressante pour résoudre cette problématique. A l'aune de l'économie circulaire, les déchets provenant du bâtiment deviennent de nouveaux gisements de ressources : granulats issus du béton de gros œuvre ; plâtre, verre, bois, plastiques issus du second œuvre.

Les enjeux de l'économie circulaire dans la construction

Pour les acteurs de la construction, les enjeux soulevés par l'économie circulaire sont multiples. Tout d'abord, il s'agit de faire évoluer les modes de conception pour introduire plus de modularité et augmenter l'évolutivité et la durabilité des ouvrages. Il est aussi nécessaire de développer des procédés constructifs contribuant à réduire la consommation de ressources naturelles et à faciliter le traitement de fin de vie des produits. L'organisation des chantiers représente un autre champ à investir avec de nouvelles pratiques de tri/stockage permettant d'augmenter la quantité et la qualité des matériaux éligibles au réemploi, à la réutilisation ou au recyclage. D'un point de vue plus technique, la question des matériaux est fondamentale et implique le développement de nouveaux matériaux plus écologiques, qu'ils soient biosourcés (issus du monde végétal/animal) ou élaborés partiellement, voire totalement, à partir de matériaux recyclés (granulats de béton, résidus de plastiques...).

Viendra ensuite la question des contraintes liées à la production, à l'extraction et au recyclage de ces matériaux. A titre indicatif, le chanvre, matériau biosourcé, doit être produit, donc demande des terrains et des ressources en plus, et n'est pas seulement utilisé pour le bâtiment. Alors que le textile recyclé est doublement avantageux, puisqu'il permet de répondre à une problématique déchet et n'a pas besoin d'être produit.

En somme, ces transformations requises ne seront possibles et pérennes que si elles reposent sur de nouveaux modèles économiques contribuant à réduire le coût de la collecte des déchets/ressources locales, à favoriser l'utilisation d'éco-matériaux et à rendre économiquement viable des usages du bâti ayant une l'empreinte matière et carbone plus faible.

Faire émerger un nouvel urbanisme circulaire

L'évolution en cours vers une économie circulaire a aussi des répercussions plus larges qui touche aux stratégies d'urbanisme et d'aménagement du territoire. L'optimisation des ressources doit se penser au niveau des territoires (pas seulement du bâti) avec par exemple de meilleures synergies inter-chantiers permettant de faire circuler localement les flux de ressources d'un site de construction à un autre. Ainsi, dans un urbanisme circulaire, la construction n'est plus envisagée comme définitive et figée, mais s'inscrit plutôt dans une logique de renouvellement et d'intensification des usages des infrastructures.

Cette approche ouvre la voie à de nouveaux bâtiments démontables pouvant être réagencés, remontés, voire déplacés plusieurs fois au cours de leur cycle de vie, ce qui réduit la quantité de déchets produits lors des opérations de démolition/reconstruction. De la même manière, une approche circulaire de l'urbanisme implique des usages de

réemploi et réutilisation des bâtiments existants pour réduire à la fois la consommation de ressources, la production des déchets, et l'artificialisation des sols qui est l'un des principaux facteurs contribuant à l'érosion de la biodiversité.

Un des exemples illustrant cette modulation, à l'échelle du bâtiment, est l'émergence de maisons pilotes permettant une modification simple des parois par emboîtement de matériaux divers et variés mais biosourcés. Ce principe de maisons pilote existe à l'EPF et permet aussi bien cette modularité de matériaux que celle des apports solaires. Posée sur un plateau rotatif, la cellule (Figure 1) permet l'étude du comportement thermique du bâtiment (et donc de son impact environnemental dans une logique RE 2020) selon son orientation conjuguée au matériau de construction utilisé.

L'ensemble est contrôlé et instrumenté de manière à suivre en temps réel les données de consommation énergétique nécessaire à la quantification de l'impact environnemental.

L'impression 3D (ou fabrication additive) de béton ouvre également de nouvelles perspectives permettant de proposer des formes complexes qui ne pourraient pas être conçues de manière traditionnelle. Les constructions alvéolaires, réalisées avec une extrusion continue du ciment, contribuent à la diminution de l'impact environnemental en minimisant le volume de matière utilisée tout en améliorant le temps de mise en œuvre. Par exemple, à Reims, cinq logements sociaux sont actuellement en construction en mixant impression 3D béton et éléments préfabriqués pour le projet Villaprint porté par Plurial Novilia et réalisé avec la solution d'impression 3D de la société XtreeE. L'impression 3D béton présente ainsi une alternative à la crise du logement en proposant une solution modulable en construisant une maison par jour.



Figure 1. Cellule externe orientation de l'EPF Troyes (dispositif expérimental financé par le CPER 2015-2020). (a) vues extérieures ; (b) illustration de la vue intérieure

Contribuer à la réduction des émissions carbone

Concevoir des bâtiments dans une logique d'urbanisme circulaire représente également un moyen efficace de réduire l'empreinte carbone du secteur de la construction. En effet, si l'on prend en compte l'ensemble du cycle de vie d'un bâtiment (depuis l'extraction des matières jusqu'à la fin de vie de ce dernier), la contribution au réchauffement climatique des matériaux de construction peut s'avérer bien plus importante que celle de la consommation énergétique du bâtiment. Par exemple, des modélisations effectuées par le CSTB lors d'un projet de réaménagement urbain en Ile-de-France ont montré que dans des scénarios de réhabilitations ou démolitions/reconstruction de barres d'immeubles, l'impact climatique du cycle de vie des produits de construction (carbone émis depuis l'extraction des ressources jusqu'à leur fin de vie) pouvait représenter 65 à 75% du bilan carbone global du projet.

Enfin, l'économie circulaire ouvre aussi la voie à de nouvelles solutions de captage du CO₂. Dans le cadre du projet d'aménagement d'un écoquartier

à Châtenay-Malabry et du projet FastCarb mené en partenariat avec l'Ifsttar de l'université Gustave Eiffel, le groupe Eiffage expérimente la technique de la carbonatation du béton qui a pour double objectif de produire un béton écologique fait à partir de 100% de granulats recyclés tout en captant le CO₂ émis lors de la fabrication de ciment. Le principe de la carbonatation est d'injecter du CO₂ dans le béton composé de granulats recyclés, ce qui permet d'accélérer la réaction de carbonatation naturelle des résidus de béton recyclé, de réduire la porosité de ce béton et d'assurer des performances mécaniques comparables à celle d'un béton fait à partir de granulats naturels.

Qu'il s'agisse des enjeux de réduction de la consommation de ressources naturelles, de diminution de la production de déchets, de réduction des émissions carbone, voire de préservation de la biodiversité, l'économie circulaire recouvre différentes facettes, ouvre de nouvelles perspectives et offre aux acteurs de la construction de nouvelles opportunités pour repenser l'habitat et l'urbanisme du 21^{ème} siècle.



3

CONCEVOIR AUTREMENT

