

• Nouvelle  
économie

• Révolution  
numérique

• Sobriété  
carbone

• Concurrence  
internationale

• Éco-conception



# L'industrie du recyclage à l'horizon 2030

Le Livre Blanc des  
professionnels du secteur

# Sommaire

**03 → Préface** de Corinne Lepage

**04 → Prospective et Innovation**  
Introduction au Livre Blanc

**06 → L'industrie du recyclage  
à l'horizon 2030 :**  
contexte, gisements, process  
et place des entreprises  
dans la chaîne de valeur

**26 → Analyse SWOT :**  
la vision des professionnels

**28 → Préparer l'avenir de l'industrie  
française du recyclage :**  
nos propositions

**39 → Monographies**

**70 → Remerciements**

# Préface

de

**Corinne Lepage**

Le Livre Blanc sur la filière du recyclage est un modèle du genre et ce n'est pas un hasard. En effet, cette thématique est centrale pour la nouvelle économie car elle est au carrefour de nombreuses problématiques : économie circulaire, matières premières recyclées, chaîne producteurs/consommateurs, et même éco-conception.

Il n'est donc pas surprenant que ce secteur s'interroge sur son avenir qui devrait être plus que prometteur et qui est en réalité confronté aux ravages d'un prix du pétrole devenu si bas qu'il conduit à revenir à une économie linéaire, dans la mesure où il est aujourd'hui moins coûteux d'acquérir une matière première primaire qu'une matière première recyclée. Ce non-sens économique, rendu possible par une absence d'internalisation des coûts externes et en particulier d'un coût du carbone, pèse évidemment sur le recyclage et toute l'industrie de la réutilisation.

Ce Livre Blanc est donc parfaitement bien-venu pour poser la problématique, avoir le courage d'analyser les forces et les faiblesses du secteur et formuler des propositions très concrètes et en prise avec les fortes et rapides transformations du monde, notamment économiques, mais pas seulement. En effet, le secteur du recyclage, parce qu'il est au cœur de l'économie du Nouveau Monde, devient aussi prescripteur. La réutilisation des matériaux, le ré-usage optimal des déchets considérés comme une matière première, sont un impératif qui impactera de manière croissante la conception, la production et même la consommation. Il n'est donc pas étonnant que FEDEREC ait fait le choix de jouer un rôle majeur dans la construction de ce Nouveau Monde et du mouvement des entreprises qui l'accompagne. ●

# Livre Blanc

## Prospective et Innovation

---

Florissant durant les dernières décennies, le secteur du recyclage connaît des difficultés depuis quelques années : baisse des volumes, chute des cours des matières premières, tensions sur les prix, dégradation des marges, apparition de nouveaux acteurs et de nouvelles règles, intensification de la concurrence à tous les niveaux... Directement corrélé à la bonne santé économique des industries et des ménages, le secteur souffre incontestablement du ralentissement de l'activité lié à la crise survenue en 2008.





Mais au-delà de ces facteurs conjoncturels, l'industrie française du recyclage est également agitée par des dynamiques de changement inhérentes aux évolutions du métier, à la réglementation ou aux innovations technologiques. Ce sont autant de facteurs qui viennent bouleverser son mode de fonctionnement. Tout laisse à penser que le métier, tel que les entreprises de recyclage le connaissent aujourd'hui, est amené à se transformer en profondeur dans les années à venir.

Dans tous les secteurs, la crise économique a joué un rôle d'accélérateur de tendances et de catalyseur de mutations. Ces évolutions qu'incarnent l'économie du partage ou la révolution numérique bouleversent d'ores et déjà nos modes de production et de consommation. La crise et l'anticipation de la sortie de crise sont également propices à l'innovation. Elles auront certainement pour effet de redistribuer les cartes et de changer la chaîne de valeur dans de nombreux secteurs d'activité. Si bien qu'aujourd'hui, comme le déclarait Maurice Lévy, PDG de Publicis en décembre 2014, « tout le monde a peur de se faire ubériser », c'est-à-dire de se réveiller un matin et de s'apercevoir que son activité historique a disparu.

Traditionnellement, l'activité des entreprises de recyclage consiste à transformer

un déchet en une nouvelle matière première directement consommable par l'industrie. Les entreprises de recyclage offrent une possibilité de substitution des matières premières vierges et contribuent ainsi à la préservation des ressources de notre Terre. La création de valeur repose sur la revente de cette nouvelle matière première qui trouvera un débouché à un coût inférieur ou égal à celui de la matière vierge.

Dans ce contexte de mutation, qu'en sera-t-il à l'horizon 2030 ? Dans quelles conditions économiques, sociales et réglementaires s'inscrira la future économie du recyclage ? Quel gisement recyclera-t-on demain ? Comment le recyclera-t-on ? Qui seront les recycleurs de demain et d'où viendra la création de valeur dans le secteur ?

Depuis près de deux ans, la Commission Prospective et Innovation de FEDEREC cherche des éléments de réponse à ces questions grâce à l'appui d'experts de tous horizons. Notre ambition n'est certainement pas de prédire l'avenir mais d'identifier les tendances lourdes et les signaux faibles afin que les entreprises de recyclage en tirent leurs propres conclusions pour construire l'avenir de leur métier. ●



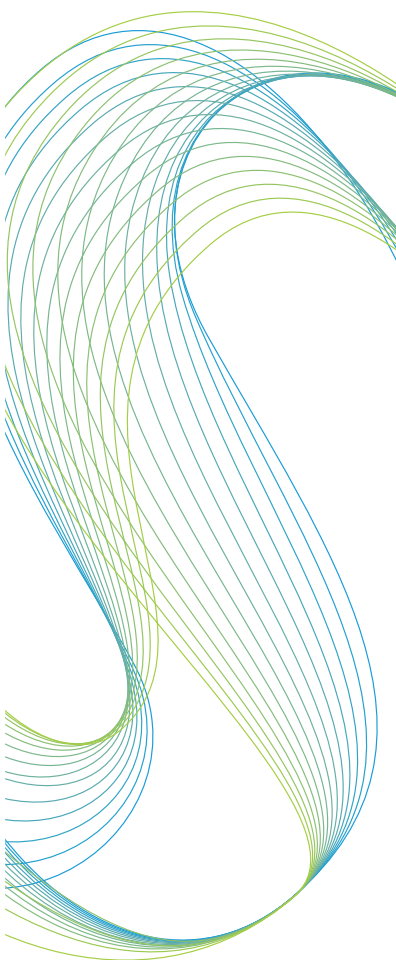
**1** L'environnement des entreprises de recyclage en 2030 : dans quel contexte s'inscrira la future économie du recyclage?

# I. L'industrie du recyclage à l'horizon 2030

**2** Quel gisement  
recyclerons-nous demain?

**3** Comment  
recyclera-t-on  
demain?

**4** Quelle place pour les  
entreprises de recyclage  
dans la future économie du  
recyclage? Que vendra-t-on  
demain et à quel prix?



# 1. L'environnement de recyclage en 2030 : le contexte s'inscrira la f économie du recyclage '

Si tous les secteurs d'activité subissent l'influence de facteurs externes déterminants pour leur santé, le recyclage est un secteur particulièrement exposé à la variabilité de son environnement.

Son modèle économique traditionnel repose sur la collecte et la transformation d'un gisement dont les entreprises de recyclage héritent en bout de chaîne. Elles ne peuvent agir directement ni sur la nature, ni sur le volume de ce gisement qui est à la base de leur activité. La réglementation et la fiscalité peuvent, elles, être déterminantes. En aval, leur marge de manœuvre dans la fixation des prix des matières qu'elles transforment dépend avant tout des cours des matières vierges et non de la valeur créée par leur intervention.

Cours des matières premières, coût de l'énergie, réglementation, fiscalité, concurrence internationale, nouvelle économie, révolution numérique : tous ces facteurs conditionneront grandement l'avenir du recyclage à l'horizon 2030.

# des entreprises dans quel future ?

## L'IMPRÉDICTIBILITÉ DU PRIX DES MATIÈRES PREMIÈRES

Les études prospectives sur l'évolution du prix des matières s'accordent à penser que, sur un horizon de temps long, la raréfaction des matières premières et l'épuisement de nos ressources naturelles devraient avoir pour effet de renchérir le prix des matières premières et de l'énergie.

À court et moyen terme, ces prédictions sont beaucoup plus hasardeuses : il demeure difficile d'anticiper les variations et les brusques retournements des cours.

Cette vision de long terme va surtout à l'encontre de la situation qu'ont connue nombre d'entreprises de recyclage ces dernières années qui ont subi de plein fouet les baisses successives sur le marché des matières premières. La récente plongée des cours du pétrole a eu pour effet de rendre certains plastiques recyclés moins compétitifs que les plastiques vierges. L'effondrement du prix du minerai de fer ces dernières années est tel qu'il impacte tout un pan de l'industrie sidérurgique, en

remettant en question la compétitivité de la filière électrique qui produit de l'acier à partir de ferrailles recyclées.

Pour pérenniser l'industrie du recyclage, tout l'enjeu pour les entreprises est **de trouver les moyens, individuellement ou collectivement, de réduire la dépendance des entreprises aux évolutions de ces marchés afin d'atténuer la violence des cycles courts.**

## RÉGLEMENTATION ET FISCALITÉ : DES LEVIERS PRÉPONDÉRANTS AUJOURD'HUI, DÉTERMINANTS DEMAIN

**La réglementation et la fiscalité du secteur seront déterminantes pour assurer l'avenir de l'industrie française du recyclage.** Les orientations réglementaires actuelles vont dans le sens de l'accompagnement du développement du secteur. Ces tendances semblent devoir se poursuivre à l'avenir. Quelques coups d'accélérateurs ont été donnés, comme ce fut le cas récemment avec la Loi de transition énergétique pour une croissance verte, mais rien dans le rythme





traditionnel de la production réglementaire ne laisse supposer de la part des pouvoirs publics un « choc législatif » qui viendrait brusquement doper le secteur et bouleverser durablement les équilibres dans le traitement des déchets.

Les professionnels du recyclage devront **continuer à agir auprès des pouvoirs publics** pour assurer en amont la présence de gisements destinés au recyclage, mettre en place des conditions d'exploitation respectueuses de leurs équilibres économiques et favoriser la consommation des matières recyclées en aval. Cette réglementation devra nécessairement se penser à une échelle a minima européenne.

### ÉVOLUTION DES ÉQUILIBRES MONDIAUX ET CONCURRENCE INTERNATIONALE

Comme tous les secteurs, l'industrie française du recyclage est exposée à la concurrence internationale. Dans un secteur aussi réglementé que la gestion des déchets, les réglementations nationales, lorsqu'elles divergent sensiblement d'un État à un autre, peuvent représenter tantôt un avantage compétitif, tantôt une distorsion de concurrence qui peut fragiliser durablement les acteurs français. La décision unilatérale de la France d'interdire le paiement en espèces des achats au détail de ferraille et de métaux par les entreprises de recyclage a eu pour effet de fragiliser durablement ces entreprises dans un contexte d'absence d'harmonisation européenne. La fiscalité énergétique particulièrement avantageuse en Allemagne, associée à des normes plus légères en matière d'installations classées, lui permet de développer des filières de valorisation encore balbutiantes en France. Cette **concurrence intra-européenne** pourrait se renforcer à l'avenir sous le coup d'une construction européenne incomplète. En souhaitant accompagner les nouveaux entrants dans leur transition écologique, l'Union européenne a subventionné des installations de traitement dans quelques États membres. Certaines d'entre elles deviennent de véritables aspirateurs à déchets car les écarts de charges sala-

*“La désindustrialisation progressive de l’Europe pourrait être propice à l’émergence d’une industrie du recyclage performante dans les pays producteurs.”*

riales sont tels qu’ils compensent les coûts de transport vers ces États.

La désindustrialisation progressive de l’Europe pourrait être propice à **l’émergence d’une industrie du recyclage performante dans les pays producteurs**. En effet, la baisse de la production sur le continent européen va réduire les volumes à recycler mais surtout la capacité des industries européennes à consommer des matières issues du recyclage. Le risque serait alors de voir l’industrie du recyclage suivre la même tendance à la délocalisation que la production industrielle. À cet égard, la réglementation européenne en matière de transferts transfrontaliers constitue un outil de protection des filières européennes du recyclage. Il faut impérativement conserver ces ressources et les recycler en Europe.

**L’économie des filières du recyclage repose parfois sur des équilibres internationaux qui pourraient évoluer.** Toutes filières confondues, les entreprises de recyclage commercialisent l’essentiel de leurs matières sur le territoire. Les échanges se font principalement avec les pays limitrophes européens mais certains flux qui ne trouvent pas de débouché en Europe, souvent en raison du manque de capacité industrielle pour consommer ces matières, trouvent des débouchés au grand export, notamment en Asie. En effet, les entreprises de recyclage

bénéficient du transport retour des containers (lesquels ont été utilisés à l’aller pour apporter des biens de consommation sur les marchés européens) à des coûts relativement faibles. La modification des coûts du transport maritime ou de la balance des échanges Europe/Asie pourrait menacer l’équilibre de filières ou les condamner à se réinventer.

## VERS UNE NOUVELLE ÉCONOMIE ?

Transition énergétique, révolution numérique, sobriété carbone, réduction de l’impact environnemental du transport, impression 3D, économie collaborative, du partage, de la fonctionnalité... la société est agitée par des tendances de fond qui ne laisseront intact aucun secteur d’activité. Pour les entreprises de recyclage, acteurs historiques de l’économie circulaire, cette lame de fond qui va bouleverser leur activité est certainement bien plus porteuse d’opportunités que de menaces. Ses effets seront certainement perceptibles bien avant horizon 2030. Elle modifiera aussi bien le gisement, en nature et en volume, que les méthodes et les process inhérents au métier de recycleur et autorisera, sans aucun doute, de nouvelles stratégies créatrices de valeur pour les entreprises de recyclage. ●

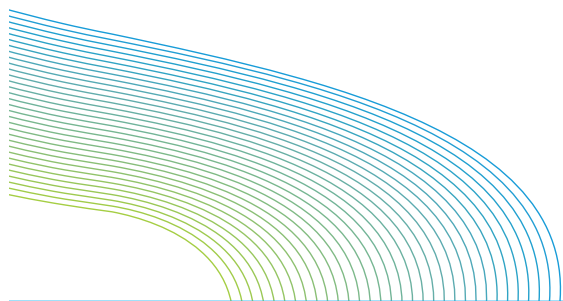
## 2. Quel gisement recyclerons-nous demain?

Les entreprises de recyclage ont assisté à une complexification progressive du gisement qui devrait aller en se renforçant dans les prochaines années, si l'on en croit notamment les programmes de R&D des industriels. Les déchets de demain seront plus techniques et plus fragmentés, donc plus difficiles à recycler.

### UNE ÉVOLUTION QUALITATIVE DU GISEMENT VERS PLUS DE TECHNICITÉ ET DE COMPLEXITÉ

**Les gisements traditionnels vont évoluer sous le coup de l'innovation industrielle** qui vise à optimiser les performances des produits ou à les alléger pour diminuer les coûts de transport ou la consommation énergétique. Les exemples sont nombreux et tous les secteurs sont concernés, a fortiori ceux dont les pouvoirs publics attendent une limitation de leur impact environnemental. **Le secteur des transports, l'automobile, l'aéronautique ou le ferroviaire**, fournissent de nombreuses illustrations de ces tendances lourdes. Entre la fin des années 1980 et le début des années 2000, la composition matières de la voiture « moyenne » a beaucoup évolué : la masse des métaux a largement diminué passant de près de 79% à 74% du véhicule, celle du verre également - du fait de l'amincissement des pare-brises dont le poids est passé de près de 4% à un peu plus de 2% - pendant que la part des matières plastiques a augmenté, en passant de 12% à 15%. À horizon 2020, la filière automobile va devoir mettre sur le marché des véhicules dont les émissions de CO<sub>2</sub> diminueront drastiquement par rapport à celles des voitures commercialisées aujourd'hui. L'une des manières de réaliser cette cure de minceur sera de **recourir à de nouvelles matières** : utilisation d'aciers à très haute





résistance, nouveaux alliages d'aluminium, nouveaux matériaux (ex. : magnésium pour des pièces de carrosserie embouties, la suspension moteur, des pièces de châssis...), composites ou plastiques renforcés (carrosserie, panneaux, pièces de structure...).

**Le domaine de l'énergie** connaît une évolution similaire : les batteries et accumulateurs jouent un rôle clé dans la transition vers des sources d'énergie renouvelables, pour stocker l'énergie excédentaire produite par les éoliennes ou les centrales solaires ou pour compenser les fluctuations énergétiques. La recherche dans le domaine avance très rapidement. Les **batteries** lithium-ion seront bientôt remplacées par des batteries de nouvelle génération intégrant de nouveaux matériaux (verre, lithium-soufre, graphène etc.). Présentées un temps comme l'avenir des dispositifs de conversion d'énergie pour les véhicules électriques et les appareils portables, les piles à combustible à méthanol direct ont été freinées dans leur développement du fait de faibles performances et de leurs émissions en monoxyde de carbone. Des solutions sont en passe d'être trouvées. Elles pourraient donner naissance à des hybrides plus performants piégeant le monoxyde de carbone.

Dans **le bâtiment et les travaux publics**, l'innovation se traduit par l'invention de nouveaux matériaux plus résistants, plus isolants ou possédant de nouvelles propriétés, souvent grâce au recours aux nanotechnologies : peintures, revêtements, dalles en béton dépolluantes dotées d'un parement à base d'agrégats de granit, de silice, de basalte et de nanoparticules à base d'oxyde de titane.

Dans les produits de consommation courante, **la multiplication des plastiques et des textiles biosourcés et le développement des plastiques multicouches, plus légers mais non recyclables**, viendront également perturber les gisements traditionnels. Nous devrions hériter en 2030 des conséquences de cet **effet de substitution des matériaux traditionnels** par d'autres matériaux plus techniques

Cette révolution des matériaux s'accompagne d'une tendance croissante à l'individualisation des consommations avec un effet diversification des gammes dans les produits ou le retour au sur-mesure, à la faveur d'innovations telles que l'imprimante 3D. Ces nouveaux modes de consommation pourront avoir pour effet de fragmenter de plus en plus les gisements, compliquant ainsi le travail de massification des recycleurs.



Parallèlement, **l'avenir de certains flux traditionnels** comme le papier ou la palette en bois pourrait être menacé par une évolution de nos consommations : l'explosion du numérique devrait contribuer à l'érosion progressive du gisement de papiers-cartons ; la palette en bois pourrait perdre du terrain face à des palettes en plastiques ou en carton.

Il faudra enfin **approfondir le recyclage des gisements actuels**, notamment ménagers. Les exigences environnementales vont pousser au recyclage d'un nombre accru de produits, comme c'est le cas pour les emballages dans le cadre de l'extension des consignes de tri pour les plastiques. Il sera impossible de ne pas prendre en compte cette complexité accrue du gisement qui modifiera en profondeur le travail des entreprises de recyclage.

### UNE PROBABLE BAISSÉ DES VOLUMES

Les outils de prospective dont nous disposons ne nous permettent pas de chiffrer précisément les volumes de déchets ménagers et industriels qui seront générés à l'horizon 2030 et encore moins d'estimer la part de ces déchets qui constituera des **volumes à recycler par les entreprises de recyclage en France**.

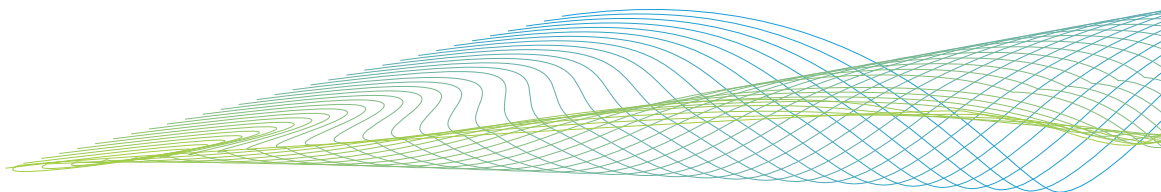
On observe néanmoins une tendance baissière ces dernières années qui devrait se prolonger à l'avenir. L'INSEE estime que les volumes de déchets banals des établissements de l'industrie manufacturière de plus de 20 employés ont diminué de près de 30% entre 2008 et 2012 et ceux des établissements commerciaux de plus de 50 employés de 14% entre 2006 et 2012. Il y a évidemment un « effet crise ». Mais on assiste aussi à la manifestation d'une tendance de fond de **réduction à la source des déchets**. Les volumes de déchets industriels et commerciaux à recycler, disponibles pour les entreprises de recyclage, devraient connaître une baisse progressive sous l'effet du phénomène de désindustrialisation en France mais surtout de multiplication des **stratégies de réduction et de consommation interne** des déchets. Toutes les entreprises travaillent aujourd'hui à réduire leurs pertes de matière et les déchets générés et, si possible, à les recycler en interne.



*“Toutes les entreprises travaillent aujourd’hui à réduire leurs pertes de matière et les déchets générés et, si possible, à les recycler en interne.”*

Une tendance similaire s’observe pour les **déchets ménagers et assimilés post-consommation** pour lesquels l’ADEME note qu’après une période de croissance régulière des ordures ménagères produites par habitant jusqu’en 2000, celles-ci ont reculé au rythme annuel de -1,1 % entre 2000 et 2011. Ce recul s’est accentué entre 2011 et 2013, atteignant environ 5 % en deux ans. Si là aussi cette tendance peut être imputée à un effet crise, elle s’explique plus certainement par le succès des politiques de prévention et la prise de conscience des ménages. Elle devrait s’amplifier sous l’effet de **nouveaux modes de consommation plus sobres** et la popularisation des démarches de type « Zero Waste » visant à aller vers une société zéro gaspillage, zéro déchets. La loi de transition énergétique pour une croissance verte prévoit de réduire de 10% la quantité de déchets ménagers produits par habitant et de stabiliser le volume des déchets des activités économiques d’ici 2020 (par rapport à 2010).

Ces baisses de volume de déchets qui sont anticipées à l’horizon 2030 ne signifient pas nécessairement une baisse des volumes à recycler par les entreprises de recyclage en France. En effet, une modification du mix de traitement des déchets entre recyclage, incinération et stockage pourrait contribuer à faire arriver **de nouveaux flux dans les centres de tri**. C’est le sens des mesures de réduction de la mise en décharge prévues dans le cadre de la loi de transition énergétique. Toutefois, les impacts de cette mesure sont difficilement chiffrables à ce jour et **la qualité de ces nouveaux gisements destinés au recyclage sera, quoiqu’il arrive, moindre.** ●



**Pour les entreprises de recyclage, la prise en charge de plus petits volumes, plus complexes, sujets à des évolutions technologiques accélérées implique de :**

→ **Développer une meilleure connaissance du gisement.** La prise en charge de ces nouveaux gisements nécessitera certainement des analyses plus fines et des échanges accrus avec les industriels autour de la composition des produits. Le développement de systèmes de traçabilité (traceurs) pourrait y contribuer.

→ **Travailler à optimiser ces nouveaux gisements pour le recyclage** en partenariat avec les industriels dans une logique de collaboration. L'apparition de nouveaux produits ou matériaux peut engendrer des difficultés dans la gestion de la fin de vie (le PET opaque a par exemple entraîné des problèmes pour les recycleurs de PET, étant donné qu'il est à ce jour non recyclable en application alimentaire ou textile). De manière générale, la R&D des industriels n'inclut quasiment jamais la gestion de la fin de vie dans les analyses cycle de vie. De nombreux produits qui

sont mis sur le marché comportent des « nano-déchets » dont le comportement en fin de vie ou la recyclabilité ne sont pas encore complètement connus.

→ **Trouver des solutions de séparation et de traitement pour ces nouveaux gisements et des exutoires pour ces nouvelles matières.**

→ **Repenser leur équilibre économique.** Ces volumes plus complexes et plus fragmentés auront un impact sur les stratégies de massification qui sont à la base de l'économie du recyclage. Ils pourraient modifier l'évaluation de la rentabilité des installations. Plus que jamais, il faudra estimer le volume du gisement et sa durabilité avant de concéder des investissements.

Ces nouveaux volumes pourraient également amener les entreprises de recyclage à chiffrer **le coût complet du recyclage** de ces nouveaux produits en prenant en compte les efforts de R&D nécessaires à la valorisation de ces produits en fin de vie et, le cas échéant, la prestation d'expertise du secteur du recyclage auprès des industriels à des fins d'éco-conception.

### 3. Comment recyclera-t-on demain ?

Nul doute que la physionomie de l'industrie française du recyclage est amenée à se transformer de manière assez radicale à l'avenir. Notre modèle économique sera durablement bouleversé par la prise en compte croissante des enjeux climatiques et la révolution numérique.

Ces mutations, qui seront très certainement à l'œuvre en 2030, se traduiront par des avancées technologiques majeures mais aussi par des contraintes croissantes pour les entreprises du secteur.

#### **TRI MANUEL, MÉCANISÉ, DIGITALISÉ : QUEL SERA LE MODÈLE DOMINANT ?**

Le secteur du recyclage se range parmi les éco-industries à la pointe de la révolution verte. Il est considéré comme emblématique de la transition industrielle vers de nouveaux métiers. À ce titre, il a été identifié par l'État comme l'un des domaines clés pour développer l'économie sociale et solidaire et l'insertion, notamment via la **création d'emplois verts** subventionnés. La société attend des entreprises de recyclage qu'elles assument à la fois une responsabilité sociale – insérer, former et qualifier des populations éloignées de l'emploi sur des postes de trieurs industriels – et une

responsabilité environnementale – atteindre des performances de recyclage très élevées qui nécessitent des équipements techniques puissants pour aller plus loin dans la séparation de la matière.

La France est réputée connaître un certain retard en matière de **robotisation et de mécanisation de ses centres de tri** comparée à ses voisins européens. Dans la filière emballages, Eco-Emballages et l'ADEME militent en faveur d'une modernisation des centres de tri français, notamment pour faire face à l'arrivée de nouveaux flux dans le cadre de l'extension des consignes de tri.

Parallèlement, les innovations digitales comme **le tri télé-opéré** ouvrent la voie à une nouvelle génération de centres de tri. Avec le tri télé-opéré, l'opérateur de tri ne saisit plus les déchets manuellement et pointe sur un écran tactile ceux qu'il souhaite extraire de la chaîne de tri.



**Le tri semble aujourd'hui être à la croisée de modèles qui peuvent parfois rentrer en confrontation** et se traduisent par des injonctions contradictoires pour les entreprises de recyclage.

### **L'INNOVATION AU CŒUR DES PERSPECTIVES DE TRI**

En réponse à la complexification du gisement, les avancées technologiques devraient permettre **d'aller vers toujours plus de séparation** pour trier ces flux plus complexes. Entreprises innovantes et centres de recherche travaillent à l'amélioration ou au développement de procédés innovants, comme le LIBS, le RAMAN, le MIR ou la triboélectricité.

**Le LIBS** (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) est une technique d'analyse chimique rapide par spectrométrie d'émission optique de plasma induit par laser. Elle permet, sans contact, de fournir très rapidement des informations très précises non seulement sur la nature du matériau mais également sur sa composition. Le projet TriSUR (Tri de solides ultra-rapide), lauréat du concours mondial d'innovation, combine la précision de cette technologie appliquée au tri de particules millimétriques, en l'occurrence des catalyseurs utilisés en pétrochimie, à une très haute vitesse. Cette technologie est aujourd'hui

considérée comme porteuse pour aller plus loin demain dans le tri de fractions métalliques.

**La technologie RAMAN**, complémentaire au NIR (proche infrarouge) classique, repose sur l'analyse de surface des vibrations moléculaires d'un matériau, en analysant la « diffusion de Raman » : un photon sur 107 est généré en retour d'un éclairage par une source monochromatique (type LASER). Cette technologie, est utilisée par tous les laboratoires d'analyse de matériaux (organiques et inorganiques), ainsi que pour le tri des paillettes PET à très grande vitesse. Des travaux se poursuivent pour pouvoir trier à grande vitesse toutes les natures et couleurs de matériaux.

Dans le domaine des plastiques, les méthodes de tri fondées sur des techniques optiques proche infrarouge (NIR) ont montré leurs limites pour les plastiques foncés en mélange. Des centres de recherche explorent les possibilités du **moyen infrarouge (MIR)** ou de **la triboélectricité** qui s'affranchit de la densité, de la couleur et de la forme des granules de plastiques. L'effet triboélectrique permet l'apparition de charges électriques superficielles par frottement entre deux matériaux électriquement neutres, ce qui provoque l'attraction ou la répulsion des particules lorsqu'elles sont par la suite placées dans un champ électrique intense, autorisant ainsi leur séparation.



*“La révolution numérique a déjà fait son entrée dans le secteur du recyclage, notamment au travers du développement de l’informatique embarquée et des systèmes de tracking des véhicules et des conteneurs.”*

### ÉVITER L'ÉCUEIL DU “DOWNCYCLING”

Le “downcycling” ou perte de la valeur d’usage qualifie un procédé de recyclage qui entraîne une diminution de la valeur intrinsèque d’une matière à travers un cycle qui ne permet plus de refaire le même type de produits ou qui vise la fabrication de produits qui eux ne seront plus recyclables. Si les perspectives de tri doivent permettre d’aller vers toujours plus de séparation, la condition *sine qua non* pour boucler la boucle de l’économie circulaire est de poursuivre les efforts de recherche en matière de tri pour **éviter les pertes de propriétés fonctionnelles de la matière** (préserver la longueur des fibres dans le textile, le papier etc.) et **réduire l’hétérogénéité des flux** (plastiques par exemple). C’est l’un des défis auxquels seront confrontées les entreprises de recyclage demain.

### LA LOGISTIQUE DES DÉCHETS ET LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE

Selon l’Organisation des Nations-unies (ONU), davantage de données ont été créées en 2011 que dans toute l’histoire de l’humanité. Entre 30 et 212 milliards d’objets pourraient être connectés d’ici 2020. Le Big data et les objets connectés sont considérés comme un important relais de croissance pour l’ensemble de l’économie.

La révolution numérique a déjà fait son entrée dans le secteur du recyclage, notamment au travers du **développement de l’informatique embarquée et des systèmes de tracking** des véhicules et des conteneurs. En Italie où les consignes de tri des ménages varient beaucoup localement, une application permet d’optimiser le geste de tri. L’utilisateur scanne le code-barres d’un produit et grâce à sa géolocalisation, l’application lui indique dans quelle poubelle déposer son déchet. De manière plus significative, les projets de « ville de demain » connectées intègrent une gestion des déchets municipaux basée sur des systèmes **de contrôle du niveau de remplissage des conteneurs**.

Les nouvelles technologies et le digital vont continuer de transformer durablement la logistique et pourraient permettre aux entreprises de recyclage de développer leur offre de service, en optimisant leur process et en capitalisant sur la vente d’informations et d’outils de suivi à leurs clients.



## LE TRANSPORT VA DEVENIR DE PLUS EN PLUS STRUCTURANT

Le transport, tant en termes de distances que de modalités, influe indirectement sur les capacités des installations de recyclage et leur implantation.

En 2012, 72% du transport intérieur de marchandises a été effectué par la route. L'Association des utilisateurs de transport et de fret (AUTF) estime que, sans une intervention massive des pouvoirs publics, sur les courtes et moyennes distances, **le transport routier risque fort de rester le mode de transport terrestre dominant à l'horizon 2030, et ce en dépit des contraintes croissantes qui vont peser sur lui.** Malgré les déclarations d'intention des pouvoirs publics et le plan de modernisation du réseau lancé par la SNCF, le fret ferroviaire semble poursuivre un lent déclin. Le fluvial peine encore à se développer en France, même si le canal Seine-Nord Europe ouvre de nouvelles perspectives.

**Sur les plus longues distances, on peut s'attendre en Europe à un report vers le ferroviaire,** toute la question étant de savoir à partir de combien de kilomètres il est pertinent d'effectuer ce basculement. La Commission européenne estime qu'à partir de 300 km, il convient de viser un report de la route vers le fluvial ou le ferroviaire. Les États disposent d'instruments réglementaires et fiscaux à même d'initier ces changements.

Le transport routier va être contraint d'améliorer ses performances environnementales. Ses externalités négatives (émissions de CO<sub>2</sub>, usure du réseau etc.) seront progressivement réintégrées dans son coût, sous la pression de dispositifs fiscaux. Pour les chargeurs dont le modèle économique repose en partie sur ces activités, une vigilance accrue s'imposera. D'autant que pour les entreprises de recyclage, l'augmentation attendue du coût du transport risque de se traduire par **une perte de compétitivité vis-à-vis d'autres modes de traitement** qui orientent directement les déchets vers un exutoire (incinération, stockage) alors que l'économie circulaire implique des flux entrants et sortants.

*“[...] le transport routier risque fort de rester le mode de transport terrestre dominant à l’horizon 2030, et ce en dépit des contraintes croissantes qui vont peser sur lui.”*

**Le développement de filières locales du recyclage** semble devoir être le corollaire des tendances sociales à la limitation du transport. Elles se manifestent au travers de la popularisation de notions comme le principe de proximité ou les modèles d’écologie industrielle et territoriale basées sur des synergies locales. La réforme territoriale de l’État se traduira par une régionalisation accrue des décisions en matière de développement durable et certainement par le choix, dans certains territoires, de privilégier des circuits courts.

Cette tendance sera toutefois contrebalancée par la complexification des gisements rendant nécessaire la massification du gisement pour atteindre des tailles critiques et des coûts raisonnables. ●

**Pour les entreprises de recyclage, ces évolutions impliquent de :**

- Trouver un équilibre entre un recyclage plus poussé issu de quelques grosses installations à forte capacité nécessitant beaucoup de transport et un recyclage de proximité à l’échelle de petits territoires afin de limiter le transport
- Isoler de plus en plus les coûts de transport pour maîtriser l’impact de leur évolution sur l’activité.
- Capitaliser sur les évolutions technologiques et la révolution digitale.

## 4. Quelle place pour les entreprises de recyclage dans la future économie ? Que vendra-t-on demain et à quel prix ?

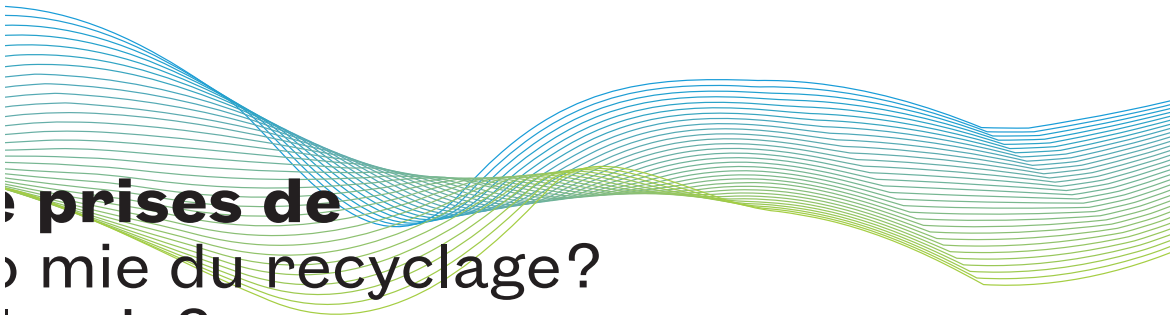
Donner une nouvelle vie à la matière est au cœur de l'activité des recycleurs depuis des siècles. Le développement et la professionnalisation du recyclage, qui sont à l'origine du maillage territorial d'entreprises que nous connaissons aujourd'hui, ont accompagné l'industrialisation de la France au XIX<sup>e</sup> siècle et l'avènement de l'ère de la consommation dans les années 1960.

Si les premiers experts ont mis en lumière dès les années 1970 le caractère non soutenable de notre croissance, la popularisation des concepts d'économie circulaire et d'efficacité de la ressource ainsi que la prise de conscience de la valeur de nos déchets sont bien plus récentes. Elles se sont traduites par l'apparition de nouveaux acteurs dans la sphère du recyclage. Face à ces évolutions qui, conjuguées aux turbulences sur les marchés des matières premières, atteignent le cœur de marché des entreprises du recyclage, des pistes de reconquête de la boucle de valeur se dessinent.

### UNE PLURALITÉ DE NOUVEAUX ENTRANTS AUX MODÈLES ÉCONOMIQUES TRÈS DIFFÉRENTS

Jusqu'ici seules sur leur marché, **les entreprises de recyclage vont devoir s'habituer à composer avec toute une série de nouveaux acteurs**, partenaires ou concurrents : éco-organismes, industriels, univers de l'insertion et de l'économie sociale et solidaire, collectivités territoriales, start-ups innovantes...

La concurrence générée par l'arrivée de ces nouveaux entrants est d'autant plus rude que **leurs modèles économi-**



# Les prises de l'économie du recyclage? Le prix?

**Les prises de l'économie du recyclage** sont très différents de celui des entreprises de recyclage. La revente de la matière n'est souvent plus au cœur de la **création de valeur**. Leur modèle peut reposer sur les bénéfices sociaux du projet, comme insérer des publics en difficulté, ou sur des bénéfices en termes d'image, dans le cadre des politiques RSE et des rapports de développement durable des entreprises. L'entreprise informatique Dell, par exemple, fait de son positionnement environnemental un axe de croissance pour le groupe (« DELL 2020 Legacy of good Plan »). Certains industriels n'hésitent pas à entrer « à perte » sur le marché du recyclage dans une logique de gain d'un avantage concurrentiel sur leur propre marché ou de sécurisation de leurs approvisionnements.

Les **structures de coût de ces nouveaux entrants** sont également très différentes. Ils peuvent bénéficier de subventions ou s'appuyer sur des infrastructures existantes, le cas échéant subventionnées elles aussi. Les projets de « logistique inversée » qui se multiplient dans de nombreux domaines (équipements informatiques, cartouches, habillement etc.) en sont une illustration. Ils consistent à s'appuyer sur les réseaux de distribution pour créer des canaux de retour entre le détenteur final d'un produit et son producteur.

Ces nouveaux acteurs sont certainement entrés durablement dans les métiers du recy-

clage. Néanmoins, la place et le rôle de chacun pourrait grandement évoluer sous le coup de l'évolution de nos modes de production et de consommation. Le centre de prospective Futuribles imagine ainsi différents scénarii à l'horizon 2030 parmi lesquels l'avènement de **l'économie de la fonctionnalité**. Dans un contexte de forte hausse des matières premières, la location de biens pourrait se développer au détriment de la vente de produits neufs. Les industriels pourraient alors s'organiser pour développer des filières du recyclage en commun en échange de tarifs avantageux sur les matières premières recyclées. **Les entreprises de recyclage vont devoir redéfinir leur place et leur stratégie en tenant compte de ce nouveau paysage et de cette nouvelle donne économique.**

## LES STRATÉGIES DE PARTENARIAT

Dans ce contexte, **les stratégies de partenariat, consortium, joint-ventures se multiplient et semblent devoir connaître un bel essor**. En 2008, Nexans a créé RECYCABLES en partenariat avec SUEZ pour apporter une solution de valorisation des câbles. Dans le domaine de l'embouteillage d'eau de source, Cristaline a innové en se lançant dans le recyclage de ses bouteilles, en partenariat avec la société Roxpet et l'entreprise de recyclage Nord Pal Plast à Lesquin. Coca-Cola s'est de son côté lancé dans une joint-venture avec l'usine APPE



de Sainte-Marie-la-Blanche (Côte d'Or) afin d'augmenter la capacité du site en PET recyclé.

### **LES STRATÉGIES DE REDÉPLOIEMENT VERS L'AVAL : DES STRATÉGIES D'AVENIR ?**

En cherchant des solutions et des nouvelles applications pour les tonnes issues du recyclage, **les recycleurs pourraient prendre à l'avenir le chemin de stratégies d'intégration de la chaîne en aval.**

Plusieurs initiatives innovantes de ce type se développent depuis quelques années. Dans le plastique, la plupart des entreprises de recyclage commercialisent des gammes de matières normées sur la base de fiches techniques qu'elles ont établies. Certaines entreprises vont jusqu'au bout de cette logique produit en assortissant la commercialisation de leurs matières d'un véritable **marketing produit**.

D'autres entreprises se sont engagées dans des stratégies avant-gardistes de **fabrication d'« éco-produits »** issus de la transformation des déchets qu'ils traitent. Plastiques, bois, bâtiment, textiles, ces initiatives se multiplient et témoignent d'une tendance de fond pour des entreprises à la conquête de nouveaux marchés et d'une nouvelle image. Des entreprises de recyclage se sont ainsi lancées dans la fabrication et la commercialisation de mobi-

lier d'aménagement urbain (lames à terrasse, clins de bardage, jardinières, pots...) à partir de plastiques issus de déchets électriques et électroniques. D'autres recycleurs mettent au point et commercialisent des briquettes de bois pour le chauffage à partir de copeaux et de sciure ou encore des matériaux d'isolation phonique et des produits pour la décoration d'intérieur et l'ameublement à base de déchets textiles.

### **VERS LA VENTE DE PRESTATIONS IMMATÉRIELLES ?**

L'expertise technique des recycleurs peut leur permettre de développer **des prestations de services de conseil en éco-conception ou en valorisation**. Aujourd'hui largement incitative dans les filières de responsabilité élargie du producteur via l'éco-modulation des contributions des metteurs sur le marché, l'éco-conception va devenir une problématique de plus en plus prégnante chez les industriels. Relativement négligée dans nos stratégies globales d'économie circulaire, elle en sera un pilier fondamental à l'avenir. Son développement ne peut se faire que sur la base de l'expertise des entreprises qui collectent et valorisent ces déchets en bout de chaîne.

En fonction de l'évolution de nos modes de production et de consommation et selon les obligations réglementaires ou fiscales qui pèseront sur les producteurs de déchets, les entre-

*“La connaissance des gisements qu’ont les entreprises de recyclage est un atout majeur pour les industriels qui cherchent en permanence à optimiser leurs approvisionnement.”*

prises de recyclage pourraient **construire des offres intégrant de nouveaux usages** : service en traçabilité dans la gestion des déchets, accompagnement des metteurs sur le marché face à leurs obligations, location de matières dont les entreprises de recyclage conserveraient la propriété, etc.

**La connaissance des gisements qu’ont les entreprises de recyclage est un atout majeur pour les industriels qui cherchent en permanence à optimiser leurs approvisionnement.** Cette connaissance peut être une force pour démarcher les industriels en leur proposant de mettre au point de nouvelles matières issues des déchets qu’ils ont à prendre en charge.

## **VERS LA MONÉTARISATION DES BÉNÉFICES ENVIRONNEMENTAUX DU RECYCLAGE**

Les entreprises du recyclage approvisionnent les industries françaises et mondiales en matières économes en énergie et en émissions de gaz à effet de serre, en comparaison avec les matières vierges qui font l’objet d’une extraction, d’un transport - parfois sur des milliers de kilomètres - et d’une transformation avant d’être utilisables dans un processus de production. Le recyclage permet d’éviter l’émission de gaz à effet de serre (GES) associée à l’extraction et à la fabrication des matières premières vierges. Il recourt à des process

ayant une intensité énergétique moindre. Les bénéfices climatiques du recyclage proviennent aussi des émissions directes ou indirectes évitées en n’incinérant ou en n’enfouissant pas les déchets. Les déchets ne pouvant pas faire l’objet d’une valorisation matière peuvent être utilisés pour produire de l’énergie en substitution de celle dérivée des combustibles fossiles. Lorsqu’elles approvisionnent l’industrie, les entreprises de recyclage permettent à leurs clients de limiter leur impact environnemental et notamment leurs émissions de carbone. Dans une économie qui combinerait un prix élevé du carbone et une fiscalité environnementale sévère sur les émissions atmosphériques, les entreprises de recyclage, en revendant de la matière à leurs clients, seront également – et peut-être avant tout – **des fournisseurs de crédits d’impôts ou de tonnes de CO<sub>2</sub> évitées.** ●

**Pour conserver leur part de marché,** les entreprises de recyclage seront certainement amenées à entrer dans une logique de reconquête de l’économie circulaire en repensant leurs stratégies vis-à-vis des autres acteurs et leur modèle de création de valeur. Des stratégies partenariales, d’intégration aval ou d’intégration de prestations de service pourront être explorées.



## II. Analyse SWOT du secteur de la vision des professionnels

### FORCES

**Existence d'un gisement :** certains matériaux sont recyclables à l'infini.

**Existence d'un bon maillage territorial (collecte, tri) sur de nombreuses filières traditionnelles**

**Compétitivité de la matière issue du recyclage par rapport à la matière vierge :** de manière générale, les matières issues du recyclage coûtent moins cher que la matière vierge avec une qualité quasi-similaire voire aucune différence technique.

**Transport des matières :** la plupart des matières issues du recyclage se transportent bien.

**Existence d'exutoires, de marchés pour les matières issues du recyclage**

**Adaptabilité des recycleurs**

### OPPORTUNITÉS

**Réglementation & fiscalité :** ces instruments peuvent pousser au développement de filières et les tirer vers le haut. Ils peuvent également favoriser l'industrie française du recyclage vis-à-vis d'autres modes de traitement ou d'une concurrence européenne ou internationale.

**Potentiel de croissance de certaines filières pour lesquelles il reste un potentiel de gisement à capter**

**Évolutions des technologies de tri :**

- Permettent de recycler de nouveaux gisements.
- Permettant d'augmenter la qualité des matières.

**Nouveaux débouchés / exutoires / applications :**

- De nouvelles applications sont à inventer.
- La sortie du statut de déchet permet d'ouvrir les débouchés.
- Augmentation de la consommation de matières issues du recyclage.

**Développement de nouvelles filières**

**Développement de services connexes :** ex. : la palette reconditionnée comme data support.

# du recyclage :

## FAIBLESSES

### **Complexité de certains flux (mélanges, composites, plastiques multicouches...) et insuffisance de l'éco-conception**

- Les composites, quand ils ne sont pas séparables dans les conditions économiques et technologiques du moment, constituent des pertes de matière. Certains plastiques (ex. PET opaque) ne sont pas recyclables à date ni en application alimentaire, ni en application textile.

### **Difficultés de captation de certains gisements liées à un usage dispersif**

#### **Transports / logistique:**

- Les coûts du transport déterminent les opportunités de trouver un exutoire aux matières. Ils ne couvrent pas nécessairement le prix de revente de la matière.
- La France a peu développé les transports alternatifs à la route (ferroviaire, fluvial).

#### **Freins à l'export**

#### **Concurrence de la matière vierge**

- L'évolution des cours du vierge peut jouer en défaveur de la consommation de MPR.
- Problème persistant d'image du recyclé.

### **Distorsions de concurrence liées à des différences de réglementation FR / UE - monde :**

- Poids de la réglementation ICPE en France et sur-transposition de normes européennes.
- Coût de la main d'œuvre en France.
- Certains pays subventionnent des filières qui ne le sont pas en France (ex. Allemagne, soutien à la régénération de la matière), obligation d'incorporer des matières issues du recyclage (ex. France : interdiction du paiement en espèces des métaux ferreux et non ferreux ).

## MENACES

### **Augmentation du coût du recyclage / Baisse des volumes – des gisements destinés aux entreprises de recyclage**

#### **Évolutions réglementaires ayant pour effet de:**

- Renchérir le coût de la collecte et du transport (collecte et expédition).
- Augmenter le coût du recyclage (surcroît de réglementation...).

**Désindustrialisation de la France:** la lente disparition de la sidérurgie européenne prive les entreprises de volumes à recycler (chutes de production) et de débouchés. Dans le bois, les panneautiers qui achètent du bois-déchet sont essentiellement des grands groupes étrangers qui pourraient aisément délocaliser leur production.

La consommation des matières premières issues du recyclage à l'étranger risque d'attirer avec elle les opérations de recyclage.

**Évolution du coût de l'énergie :** certaines matières (bois, CSR...) utilisées comme combustibles sont largement tributaires des évolutions des marchés de l'énergie. Inversement, une explosion du coût de l'énergie pourrait avoir pour effet de diriger plus de déchets valorisables en matières vers les filières de valorisation énergétique (bois, plastiques...).

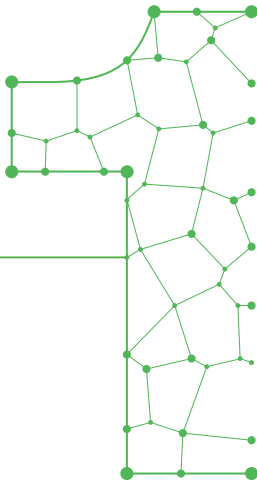
#### **Entrées de nouveaux concurrents :**

- Tentation de la « boucle fermée »: développement du recyclage par les industriels.
- Evolutions des éco-organismes vers un rôle d'opérateurs.

### **L'arrivée de nouveaux acteurs qui tentent de s'arroger la propriété de la matière**

The background of the slide is a vibrant green field filled with a dense pattern of white, coiled wire mesh, resembling expanded metal. A large, thin white circle is superimposed on the right side of the image, partially framing the text.

### **III. Préparer l'avenir de l'industrie française du recyclage : nos propositions**



## ACCOMPAGNER LES ENTREPRISES DE RECYCLAGE DANS LEURS EFFORTS DE CONNAISSANCE ET DE CARACTÉRISATION DU GISEMENT

**Objectif** | favoriser la R&D destinée à mieux connaître le gisement pour aller plus loin dans le recyclage des gisements existants et être en mesure de recycler les nouveaux produits de demain.

Les gisements de demain seront plus techniques, plus complexes et plus difficiles à recycler. Leur prise en charge nécessitera des campagnes de caractérisation approfondies et d'importants efforts de R&D de la part des entreprises de recyclage. Ces démarches devront être menées parallèlement ou conjointement à celles des industriels qui mettent ces produits sur le marché.

Les démarches de caractérisation sont des projets de longue haleine qui impliquent des budgets très importants. Elles ne sont pas à la portée de toutes les entreprises de recyclage.

→ **FEDEREC propose** de flécher une partie des financements publics dédiés au développement de l'économie circulaire vers des dispositifs destinés à soutenir la R&D dans le secteur. Ils pourraient prendre la forme d'un centre d'expertise du recyclage permettant de mettre en réseau les producteurs, les recycleurs et les industries consommatrices. Ces efforts de R&D pourraient bénéficier de financements dédiés (fonds ADEME qui prendrait en charge une partie des efforts de caractérisation, extension du crédit impôt-recherche à ces démarches, déduction fiscale pour soutenir ces efforts de recherche...).

---

## FAIRE ÉVALUER ET CERTIFIER LA RECYCLABILITÉ DES PRODUITS MIS SUR LE MARCHÉ PAR LES PROFESSIONNELS DU SECTEUR

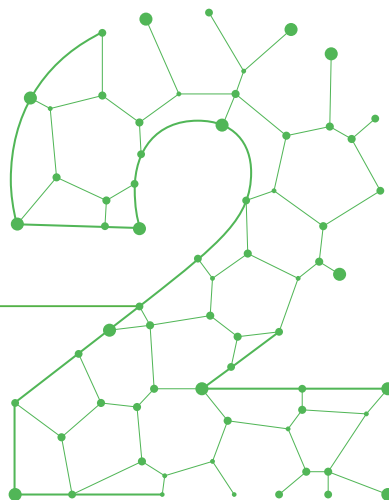
**Objectif** | communiquer en toute transparence sur la recyclabilité réelle des produits, favoriser une consommation éco-responsable, redonner confiance au consommateur dans l'industrie du recyclage et rendre plus de produits réellement recyclables.

Aujourd'hui encore, la R&D des industriels n'inclut quasiment jamais la gestion de la fin de vie des produits qui sont mis sur le marché. Les analyses du cycle de vie (ACV) négligent souvent d'examiner cette étape de manière approfondie ou bien jugent de la recyclabilité d'un produit sur des critères théoriques de recyclage « en laboratoire » qui ne correspondent pas aux conditions réelles dans lesquelles ces produits seront effectivement recyclés. Certaines instances, comme le COTREP pour les emballages ménagers, se proposent d'évaluer la recyclabilité mais, bien souvent, elles n'associent pas les

professionnels du secteur.

Seuls les professionnels du recyclage peuvent légitimement se prononcer sur la recyclabilité réelle d'un produit. Eux seuls connaissent véritablement l'état des techniques, la réalité des process, les contraintes logistiques ainsi que les outils industriels dont dispose l'industrie du recyclage.

Ce manque d'information sur la recyclabilité réelle des produits est un frein à la confiance du consommateur dans l'industrie du recyclage. Il n'incite pas non plus les industriels à faire évoluer leurs pratiques.



→ **FEDEREC propose** de capitaliser sur l'expertise des professionnels du recyclage pour développer la recyclabilité des produits.

La recyclabilité d'un produit ne devrait pas être basée sur une simple déclaration des metteurs sur le marché. Tout produit commercialisé vantant sa vertu « recyclable » devrait faire l'objet d'une validation par les professionnels du secteur sur la base d'une norme ou d'un cahier des charges. Un système de « bonus/malus » réellement impactant pourrait ainsi utilement pousser la mise sur le marché de produits recyclables.

Dans les filières REP organisées autour d'éco-organismes agréés, il faudrait inclure une clause dans le cahier des charges des éco-organismes pour contraindre les contributeurs à faire évaluer la recyclabilité de leurs produits par des professionnels du recyclage. Une quote-part de leur contribution pourrait être reversée aux entreprises de recyclage ou à leurs organisations représentatives afin de

couvrir les coûts de leur prestation d'expertise.

Pour les autres filières, une instance d'évaluation composée de professionnels des entreprises de recyclage ou de leurs représentants pourrait être mise sur pied. Son financement pourrait être assuré en partie par des fonds publics (ADEME) et privés (paiement de la prestation d'évaluation).

Le résultat de ces évaluations pourrait être porté à la connaissance du consommateur via un système d'affichage (label ou logo), la constitution d'une base de données (catalogue en ligne, bibliothèque numérique) et/ou la création d'une application pour smartphone « recyclable/non recyclable ».

---

## FIXER DES ORIENTATIONS DE POLITIQUE INDUSTRIELLE DURABLE PERMETTANT AUX ENTREPRISES DE RECYCLAGE DE DIMENSIONNER LEURS INVESTISSEMENTS ET DE PRÉVOIR LEURS AMORTISSEMENTS DANS LE TEMPS

**Objectif** | favoriser des investissements dans des capacités de recyclage et des équipements en phase avec les orientations politiques en matière sociale et environnementale.

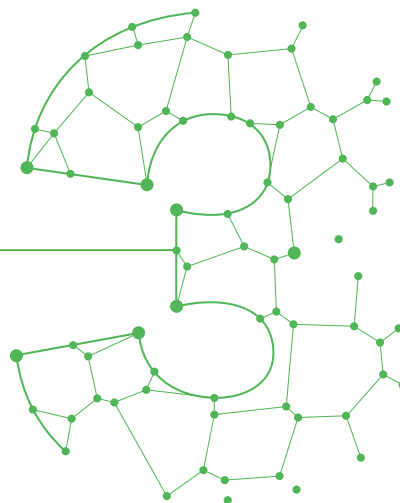
Les entreprises de recyclage vont devoir poursuivre leurs efforts d'investissement pour être en mesure d'absorber et de valoriser un gisement de plus en plus complexe.

Cependant, l'instabilité du cadre réglementaire et l'absence de politique industrielle volontariste basée sur une vision à long terme sont des facteurs d'incertitude qui pèsent sur les décisions d'investissement des entrepreneurs.

En matière de tri, par exemple, deux modèles portés par les politiques publiques coexistent et entrent en confrontation : d'un côté, celui du tri manuel pourvoyeur d'emplois verts subventionnés et/ou en insertion et de l'autre, celui du tri digital et mécanisé destiné à combler le retard de la France en matière de robotisation de centres de tri.

De la même manière, parce que le transport et la logistique sont au cœur des métiers du recyclage, les entreprises auraient besoin d'avoir plus de visibilité sur les orientations des politiques publiques en matière de coût du transport et de maillage (fret ferroviaire, transport fluvial).





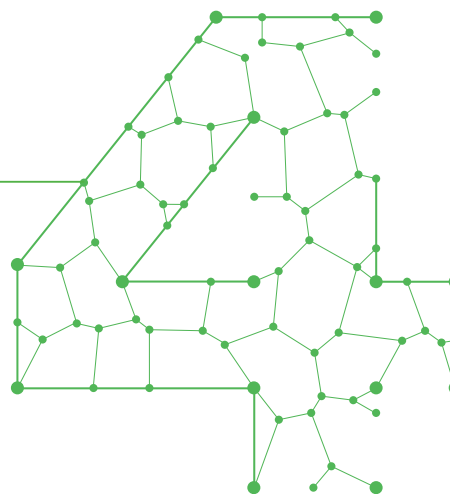
→ **FEDEREC propose** de réfléchir avec les pouvoirs publics à la mise en place d'orientations de politique industrielle durable pour favoriser l'investissement dans le secteur. Cette politique devrait permettre de faire émerger des gisements destinés à l'industrie du recyclage, de stabiliser le cadre fiscal et réglementaire structurant la filière et de travailler sur le cadre et la durée des mécanismes de contractualisation tout au long de la chaîne.

L'avenir du recyclage s'écrit avec une pluralité d'acteurs (entreprises de recyclage, industriels, collectivités, éco-organismes etc.). Il sera plus que jamais primordial de sécuriser le rôle de chaque intervenant de la chaîne du recyclage. Dans les filières sur lesquelles interviennent des éco-organismes opérationnels, il est indispensable de mettre en place des contrats dont la durée soit compatible avec les investissements requis ainsi que des méca-

nismes d'indexation incitatifs et sécurisants. Cette sécurité est nécessaire pour que les PME restent en capacité d'intervenir dans ces filières.

Dans une logique d'économie circulaire, la propriété de la matière doit contractuellement revenir aux entreprises de recyclage. C'est une condition *sine qua non* pour assurer de véritables débouchés aux matières issues du recyclage. En effet, lorsqu'un industriel oriente ses approvisionnements vers le recyclé, il a besoin de sécuriser son prix et ses volumes. Il se tourne alors vers une entreprise de recyclage capable de répondre à ce besoin. Si les entreprises de recyclage ne sont pas propriétaires de la matière, elles ne pourront pas répondre à ces logiques industrielles de sécurisation des approvisionnements. À cet égard, les systèmes de mise aux enchères de la matière peuvent être un frein au développement de l'économie circulaire.

## RÉINTÉGRER LES EXTERNALITÉS DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES MATIÈRES VIERGES/RECYCLÉES DANS LEUR PRIX DE VENTE



**Objectif** | insuffler une dynamique à l'économie circulaire en soutenant la consommation de matières issues du recyclage, génératrice de bénéfices environnementaux.

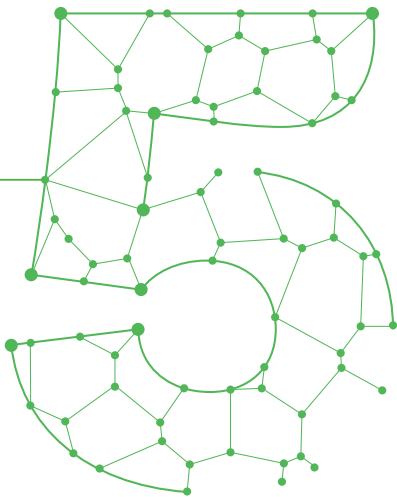
Les entreprises de recyclage approvisionnent les industries françaises et mondiales en matières économes en énergie et en émissions de gaz à effet de serre, en comparaison des matières vierges qui font l'objet d'une extraction, d'un transport - parfois sur des milliers de kilomètres - et d'une transformation avant d'être utilisables dans un processus de production. Le recyclage permet d'éviter l'émission de gaz à effet de serre (GES) associée à l'extraction et à la fabrication des matières premières vierges. Il recourt à des processus ayant une intensité énergétique moindre. Il permet de produire de l'énergie en substitution de celle dérivée des combustibles fossiles. En effet, les émissions résultant de l'utilisation des déchets comme source d'énergie sont généralement inférieures à celles produites à partir de combustibles fossiles.

Les bénéfices climatiques associés au recyclage proviennent aussi des émissions directes

ou indirectes évitées en évitant l'incinération ou l'enfouissement.

Toutefois, dans un contexte de chute des prix du pétrole et des matières premières vierges, les matières premières recyclées peuvent aisément se retrouver moins compétitives que les matières vierges, et ce au détriment des industriels du secteur mais aussi des bénéfices environnementaux du recyclage pour l'ensemble de la société.

→ **Pour faire tourner durablement la boucle de l'économie circulaire, FEDEREC propose** de mettre en place un dispositif permettant de récompenser les bénéfices environnementaux du recyclage et, le cas échéant, à combler d'éventuels écarts avec le prix de la matière vierge. Il est impératif de valoriser la consommation de matières issues du recyclage à travers l'attribution de crédits carbone en faveur de la filière.



## CRÉER DES OPPORTUNITÉS D'ÉCHANGE ENTRE INDUSTRIELS ET ENTREPRENEURS POUR FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT DE NOUVELLES APPLICATIONS INNOVANTES POUR LES MATIÈRES RECYCLÉES

**Objectif** | élargir les marchés des matières premières recyclées, trouver des débouchés pour les nouvelles matières issues du recyclage et lutter contre le «downcycling» (perte de la valeur d'usage).

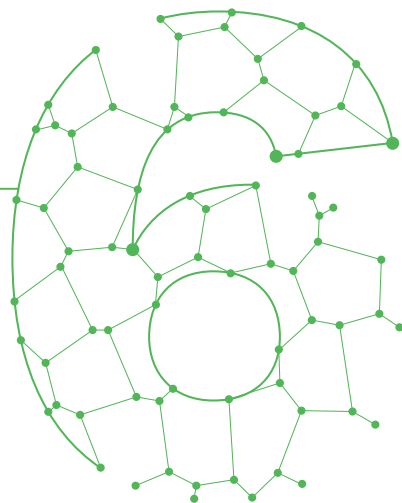
« Boucler la boucle » de l'économie circulaire en assurant une seconde vie de la matière sans perte de la valeur d'usage nécessite de multiplier les opportunités d'échanges entre les industriels et les entreprises de recyclage.

Pour augmenter les taux d'incorporation de la matière recyclée dans les produits et permettre le développement d'applications innovantes pour les matières issues du recyclage des gisements de demain, il est fondamental de faire se rencontrer plus largement l'offre et la demande.

Aujourd'hui, ces plateformes d'échange où les grands industriels pourraient rencontrer une diversité d'entreprises de recyclage de toute taille en un même moment font défaut.

→ **FEDEREC propose** d'organiser des Journées techniques qui feraient se rencontrer des grands industriels en quête de nouvelles matières avec des entreprises de recyclage. Afin d'institutionnaliser et de développer ces échanges, une plateforme dématérialisée mettant en relation ces parties pourrait être mise en place.

## REMETTRE L'USAGER ET LES UTILISATEURS AU CŒUR DU DISPOSITIF EN S'INSPIRANT DES NOUVELLES TENDANCES

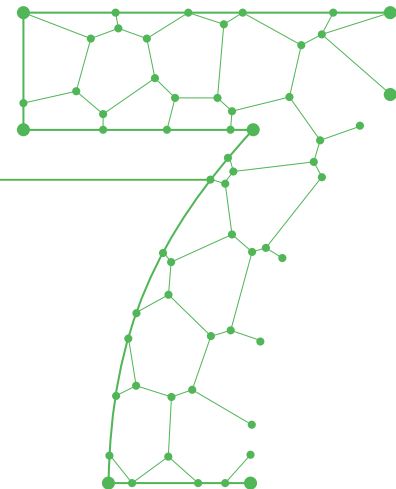


**Objectif** | améliorer le tri à la source, augmenter les volumes captés et permettre à l'utilisateur d'être le citoyen éco-responsable qu'il souhaite être.

Du geste de tri à la nouvelle vie de la matière, le recyclage reste méconnu ou mal compris du grand public. Le secteur pâtit de ce qui est vécu par l'utilisateur comme un manque de transparence.

Alors que les grandes tendances prédisent un rôle accru du citoyen, les efforts de communication des acteurs du recyclage doivent aller dans le sens d'une meilleure information apportée via des canaux innovants, qui permettent d'impliquer pleinement le citoyen (ex. dispositifs de « gaming » qui permettent d'augmenter l'acceptabilité et l'usage : récompenses, défis et accompagnement de la progression personnelle...).

→ **FEDEREC invite** les acteurs du recyclage à réfléchir à la manière d'utiliser des canaux innovants (digital, gaming...) pour impliquer l'utilisateur dans les dispositifs locaux de recyclage.



## VALORISER L'EXPERTISE DES ENTREPRISES DE RECYCLAGE

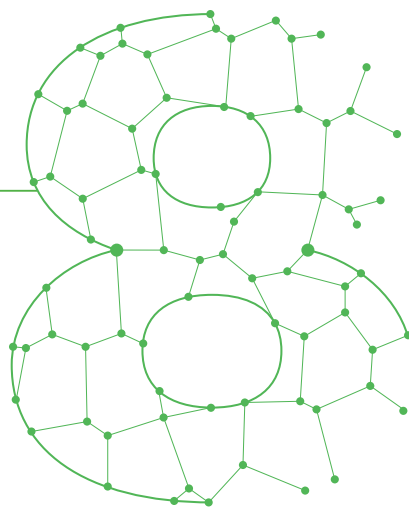
**Objectif** | améliorer  
l'image des entreprises  
du recyclage auprès  
du grand public.

Les éco-organismes ont un devoir d'information sur le recyclage auprès du grand public et disposent, pour ce faire, d'importants moyens de communication. Toutefois, leur rôle d'intermédiaire dans la chaîne du recyclage oriente la communication sur le secteur dans un sens qui ne valorise pas suffisamment le patrimoine industriel et le savoir-faire des opérateurs.

À l'inverse, les entreprises de recyclage concèdent de lourds investissements industriels mais il leur manque aujourd'hui les moyens de développer un marketing et une communication à la hauteur de ces investissements et des enjeux environnementaux auxquels ils répondent.

→ **FEDEREC propose** d'allouer une quote-part du budget communication des éco-organismes à la valorisation de l'expertise des entreprises de recyclage. Ce budget pourrait être reversé aux fédérations représentatives des opérateurs du secteur.

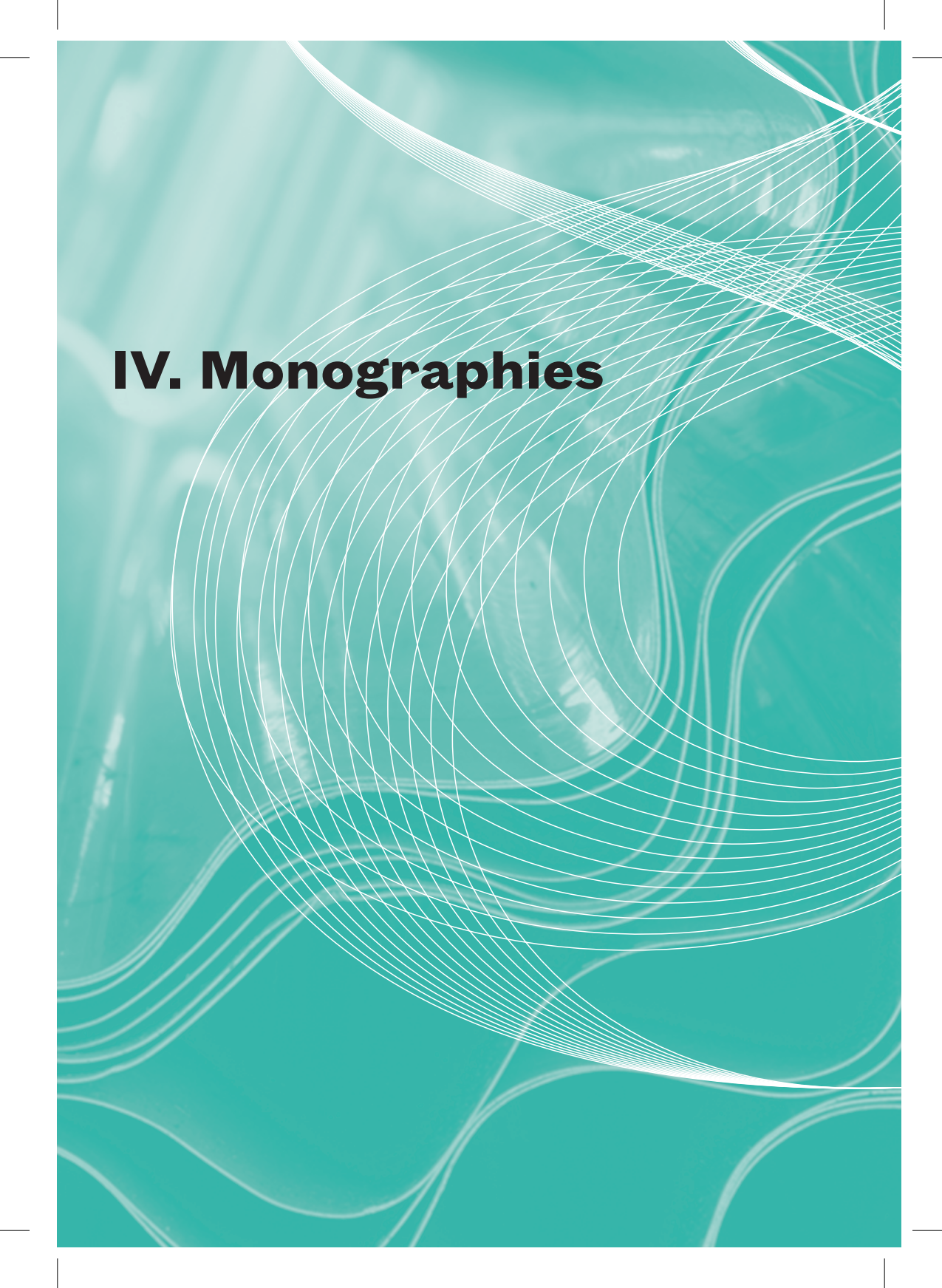
## METTRE L'ÉCO-CONCEPTION ET LE RECYCLAGE AU CŒUR DES FORMATIONS DES INGÉNIEURS



### **Objectif** | favoriser la mise sur le marché de produits éco-conçus.

Il est nécessaire de faire évoluer les modes de conception et de production pour favoriser la mise sur le marché de produits intégrant de façon croissante des matières premières issues du recyclage et prenant en compte dès l'amont la recyclabilité. Ceci nécessite de former les futurs ingénieurs.

→ **FEDEREC propose** d'intégrer systématiquement des modules « éco-conception / recyclage » dans les programmes de formation des ingénieurs. Cela nécessitera de travailler en partenariat avec tous les acteurs de la filière.

The background is a solid teal color with a series of thin, white, wavy lines that flow across the page, creating a sense of movement and depth. The lines are more concentrated in the center and fade out towards the edges.

## **IV. Monographies**



**1. Économie circulaire et recyclage**

Alain Geldron (ADEME)

**2. Le transport de marchandises en Europe à horizon 2050**

Christian Rose (AUTF)

**3. La logistique de Ciments Calcia et la valorisation des déchets**

William Songeur (Ciments Calcia)

**4. Les bioplastiques**

Sandra Martin (FuturaMat)

**5. Financer l'innovation**

Michel Moulinet (Alma Consulting Group)

**6. Produire et consommer à l'horizon 2030**

Cécile Desaunay (Futuribles)

**7. L'avenir du VHU**

Table ronde Pollutec 2014

**8. Les nanomatériaux**

Emeric Frejafon (INERIS)

**9. Le tri des catalyseurs usagés: le projet Trisur, lauréat du concours mondial d'innovation**

Yves Jacquier et Pauline Galliou (Eurecat)

**10. L'innovation dans le recyclage textile: à la recherche de nouveaux débouchés**

Jeanne Meillier (UP-tex)  
et Marc Haquette (CD2E)

**11. L'incorporation des matières recyclées dans l'industrie des plastiques**

Marc Madec (Fédération  
de la Plasturgie et des Composites)

## 1

# Économie circulaire et recyclage

intervention d'

**Alain Geldron**

Expert national matières premières (ADEME)

L'économie circulaire s'inscrit dans un contexte d'évolution démographique et de raréfaction des matières qui n'est pas conciliable à long terme avec le maintien d'un certain niveau de bien-être humain.

D'ici quelques décennies, la population européenne aura baissé de 14%, le Japon connaîtra une baisse similaire pendant que le Nigeria verra sa population atteindre 1,4 milliard d'habitants. Au niveau mondial, on assistera d'ici 2030 à un doublement des classes moyennes qui passeront de 2 à 5 milliard de personnes. Ces populations résideront de plus en plus en ville. Le taux d'urbanisation mondial passera de 50% aujourd'hui à 60% d'ici 2020-2030.

Notre demande en matières premières a augmenté de manière exponentielle en un siècle. Nous consommons aujourd'hui en France 14 tonnes de matières premières par an par habitant (c'est 25t/an/habitant en Amérique du Nord). Au global, notre demande en matières premières est passée de 7 milliards de tonnes par an en 1900 à 70 milliards en 2014. Elle s'est également complexifiée : il fallait six éléments chimiques de la classification de Mendeleïev pour fabriquer un moulin à vent,

il en faut aujourd'hui soixante pour fabriquer une éolienne.

C'est au début des années 1970 que des premiers experts ont mis en lumière le caractère non soutenable de notre croissance. Le rapport Meadows publié en 1972 par le Club de Rome a montré que si nous ne modifions pas ces comportements humains, le bien-être global diminuera.

La transition d'une économie linéaire vers une économie circulaire est l'une des réponses à ces enjeux afin d'augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact de nos modes de production et de consommation sur l'environnement.

**Si le recyclage est un pilier de l'économie circulaire, son développement ne peut à lui seul nous sauver du scénario catastrophe.**

Le potentiel théorique du recyclage est

limité à la quantité de matières mises sur le marché par le passé, en prenant en compte la durée de vie des produits dans lesquelles elles ont été incorporées.

Par exemple, notre consommation mondiale de cuivre a augmenté de 2,83 % par an depuis 1960. Cela signifie que depuis 1960, nous doublons notre consommation de cuivre tous les 24 ans. Ainsi, au vu de la durée d'immobilisation du cuivre qui ne devient déchet qu'après 35 ans d'utilisation en moyenne, même si nous étions capables de recycler 100% du cuivre mis sur le marché, nous ne couvririons jamais que 37% de nos besoins en cuivre.

À chaque stade du cycle de vie de la matière, il y a des pertes de matières : minerai extrait mais non traité, déchets éliminés suite au processus de transformation, usage dispersif (ex. 80% de l'oxyde de titane sert à fabriquer de la peinture), rebus de valorisation lors du processus de recyclage.

Le recours à la matière primaire reste inévitable et la limitation de la demande incontournable.

**C'est pourquoi le recyclage n'est que l'un des 3 domaines d'action de l'économie circulaire, les deux autres étant :**

- Un travail sur l'offre (éco-conception, mise en place de synergies territoriales industrielles où les déchets des uns deviennent les ressources des autres, économie de la fonctionnalité : vente d'un service attaché à un bien plutôt que vente d'un bien).
- Un travail sur la demande (consommation responsable, allongement de la durée d'usage).

## PROSPECTIVE SUR LE SECTEUR DU RECYCLAGE

Sans surprise, **la compétitivité et les perspectives du recyclage français sont très variables d'un flux à un autre**, et d'une étape à une autre de la chaîne de transformation.

Les gisements vont continuer d'évoluer au rythme de la consommation : certains continueront de grossir (ex. les DEEE), pendant que d'autres se réduiront (ex. notre consommation de papier devrait poursuivre une pente descendante).

C'est certainement sur les plastiques que porteront les grandes innovations de demain, sous l'impulsion d'une industrie chimique désireuse de verdir son image. Des ruptures technologiques, notamment en matière de traitement chimique/biochimique, risquent fort de bouleverser le recyclage des polymères ou de certains métaux.

Quant au paysage du recyclage de demain, s'il est aussi difficilement prédictible que le reste, il peut être imaginé sous forme de scénarios basés sur quelques observations. Il oscillera entre **une concentration des capacités des installations pour aller vers une préparation de la matière de plus en plus pointue**, à l'image de certains gros centres de tri de nos voisins européens, et **un maillage territorial étroit**, pour répondre aux contraintes de coûts et d'infrastructures de transport et à la tendance actuelle de développement de filières locales d'économie circulaire.

Les industriels devraient être de plus en plus demandeurs de matières premières recyclées,



”

*Les industriels devraient être de plus en plus demandeurs de matières premières recyclées, sous réserve de normalisation.”*

sous réserve de normalisation. Parallèlement, ils risquent de se laisser de plus en plus tenter par des solutions de reprise en directe de leurs produits. Toutefois, **cette logique du recyclage en interne, comme d'autres aspects de l'économie circulaire, ne constitue pas nécessairement un optimum environnemental et économique.** Comme toute action il convient d'avoir une analyse des impacts environnementaux afin de s'assurer du bienfondé environnemental et de minimiser les impacts. Par ailleurs, le recyclage en boucles successives peut avoir un effet de concentration des polluants des matières dont il faudra tenir compte au fur et à mesure du développement du recyclage.

Si les perspectives du recyclage semblent positives en termes environnemental et économique, tout l'enjeu pour les recycleurs français est d'en rester les acteurs face à la double concurrence des industriels qui mettent en œuvre des stratégies internes pour «fermer la boucle» en récupérant leurs propres produits et à celle des opérateurs étrangers dont la compétitivité pourra être renforcée dans une France au tissu industriel fragilisé. Il convient aussi d'être attentif à prendre en compte d'une part la diminution de certains flux de déchets suite aux politiques de prévention des déchets et d'autre part les exigences de qualité ou de spécification renforcées de la part des consommateurs de matières premières de recyclage. ●

**L'ADEME** est l'opérateur de l'État pour accompagner la transition écologique et énergétique. C'est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) placé sous tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

## 2

# Le transport de marchandises en Europe à horizon 2050

intervention de

**Christian Rose**

(Délégué général de l'AUTF)

Le transport et la logistique sont des activités complexes, en pleine mutation et très réglementées. L'existence d'entreprises industrielles de production et de transformation performantes et compétitives participe de la prospérité des territoires où elles sont implantées et conditionne le développement des activités du commerce, de la distribution et des services.

Cette performance et cette compétitivité reposent notamment sur des solutions de transport diversifiées et complémentaires, compétitives et de qualité ; l'acheminement des marchandises au bon endroit, au bon moment, en bon état et au moindre coût, plus qu'un slogan, contribue de façon essentielle à la compétitivité des « industriels » français qui, sans parti pris en faveur de telle ou telle solution de transport, attendent de chaque service de transport, une efficacité optimale.

**À horizon 2050, les enjeux des transporteurs sont triples :**

1 On estime qu'on assistera à horizon 2050 à un doublement des volumes de marchandises à transporter. Comment faire face à cette augmentation de la demande dans une société où la ressource se fera plus rare et où, plus que jamais, on demandera aux transporteurs et à leurs clients de prévenir les dommages environnementaux engen-

drés par leurs activités, voire d'en financer la réparation ?

2 Comment réduire la dépendance des transports de l'UE au pétrole (96%) et la facture énergétique (210 Mds € en 2010) ?

3 Comment atteindre les objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> des transports (- 60% pour 2050 au niveau européen et facteur 4 pour la France) et impliquer le transport dans les objectifs 3x20 de la France ?

## LE TRANSPORT INTÉRIEUR DE MARCHANDISES (ROUTE, RAIL, FLUVIAL)

En 2012, 72% du transport intérieur de marchandises ont été effectués par la route. Le passage d'une économie de stocks à une économie de flux qui s'est traduite par un morcellement des envois (plus nombreux et

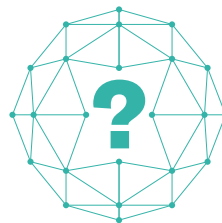
de moins grande taille) acheminés principalement sur courtes distances explique pour une large part la place occupée par le transport routier.

Sur les courtes et moyennes distances, tout laisse à penser que le transport routier restera le mode de transport terrestre dominant à l'horizon 2030 – favorisé en cela également par le développement de l'économie circulaire, et ce en dépit des contraintes croissantes qui vont peser sur lui (fiscalité, restrictions de circulation...).

L'enjeu du transport routier consistera pour lui à améliorer sans cesse sa performance environnementale en s'appuyant sur des leviers techniques et technologiques (nouvelles motorisations et énergies telles que le gaz naturel pour véhicules, systèmes de transports intelligents assurant la connexion entre le véhicule et son environnement,...) mais aussi par l'émergence de nouvelles organisations logistiques privilégiant la massification collaborative, notamment entre industriels. Il s'agira pour le transport routier de mobiliser de moins en moins de moyens (véhicules, énergie, infrastructures,...) pour transporter la même quantité de marchandises.

Sur les plus longues distances, les transports ferroviaire et fluvial auront une place à prendre ; la Commission européenne considère que la priorité doit leur être donnée sur des distances d'au moins 300 km, et mobilise à cet effet d'importants investissements.

Pour le rail, un programme de développement des infrastructures en Europe prévoit de financer 9 corridors de fret ferroviaire dont 3 en France avant 2020 (corridor Atlantique, corridor Méditerranée et corridor mer du Nord-Méditerranée). Pour le fluvial, l'un des grands projets pour lesquels des financements de l'UE sont assurés à hauteur de 40% est le projet Seine Nord Europe qui doit relier vers 2023 en grand gabarit les bassins de la Seine et de l'Escaut.



**L'AUTF** est l'association nationale des chargeurs, tous secteurs d'activité confondus et utilisateurs de tous les modes de transport. Elle a plus particulièrement pour mission de valoriser la place que jouent les transports dans la compétitivité des industriels, négociants et distributeurs.

**L'AUTF** agit afin que l'environnement économique, juridique et fiscal des transports de marchandises et de leurs thématiques satellites (douanes) concilie les intérêts économiques des entreprises (baisse des coûts et augmentation de la qualité) et les contraintes nouvelles auxquelles elles doivent s'adapter (protection de l'environnement, lutte contre le terrorisme, etc.).

**L'AUTF** regroupe plus de 160 entreprises (ou groupes d'entreprises) et une trentaine de fédérations professionnelles.

**L'AUTF** est membre du European Shipper's Council (Conseil des chargeurs européens).

**Aujourd'hui, ces enjeux de prospective sont masqués par des sujets « anxiogènes » qui cristallisent le débat autour d'eux :**

- la logistique urbaine et son « dernier kilomètre » qui sont appréhendés par les municipalités avec davantage de passion que de raison.
- La grande fragilité du fret ferroviaire français qui ne répond pas, de manière générale, aux attentes des industriels qui lui préfèrent le fluvial et le routier. Malgré le discours politique, force est de constater que le trafic de fret ferroviaire connaît une évolution inverse aux objectifs qui lui ont été assignés ces dernières années. Entre 2000 et 2014, le fret ferroviaire national est passé de 58 Gtk à 32 Gtk et a vu sa part de marché réduite de 16% à 9,5%.
- La maintenance et le renouvellement des infrastructures cristallisent également le débat. Dans le ferroviaire, le constat du vieillissement des infrastructures est désormais établi, ayant conduit depuis 2009 SNCF Réseau (anciennement RFF) à lancer un ambitieux programme de modernisation du réseau (2,5 Mds €/an en moyenne depuis 2013, incluant le développement). Le réseau fluvial secondaire demeure sous-utilisé en raison du manque d'investissement. Le réseau routier, facteur de l'attractivité française, souffre d'un manque d'entretien préoccupant pour l'avenir.
- La desserte terrestre des ports : la France accuse un retard accumulé sur les connexions terre/mer (Le Havre et Marseille), même si d'autres pays (Belgique, Pays-Bas) sont plutôt en risque de saturation.

**TRANSPORT MARITIME ET COMMERCE INTERNATIONAL**

Mode massifié par excellence, le transport maritime restera le mode dominant pour le grand import/export en dépit d'un risque de diminution de la qualité de service. Le secteur du transport maritime a été marqué ces dernières années par une course au gigantisme des navires qui peuvent désormais contenir l'équivalent de 9 000 semi-remorques. Ces économies d'échelle pour les opérateurs impliquent néanmoins une baisse de la qualité de service pour les chargeurs car de moins en moins de ports sont desservis en direct par ces navires géants qui pratiquent également le saut d'escales et dont la vitesse est souvent limitée pour diminuer le coût en carburant.

Cette course au gigantisme a également encouragé les alliances opérationnelles entre armateurs (G6, CKYHE, 2M et OCEAN THREE) qui représentent aujourd'hui 90% des parts de marché des lignes conteneurisées. Ces alliances présentent le risque de limiter la concurrence au détriment des chargeurs.

Des alternatives à la traditionnelle voie maritime du Sud pourraient être trouvées pour les flux Europe-Asie. L'une d'elle pourrait être un passage maritime nord-est pour relier l'océan Atlantique à l'océan Pacifique en longeant la côte nord de la Sibérie. Une autre voie consiste à emprunter par voie ferroviaire la « route de la soie » mais les capacités disponibles n'en feront pas une véritable alternative : 1 million de conteneurs circulent par mois entre l'Asie et l'Europe (soit l'équivalent 34 trains complets par heure). ●





# La logistique de Ciments Calcia et la valorisation des déchets

intervention de

**William Songeur**  
(Ciments Calcia)

## LA LOGISTIQUE DE CEMENTS CALCIA

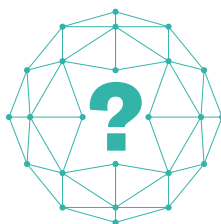
Le transport est le premier poste de coût qui intervient dans la fabrication du ciment, et ce avant la matière première. Aujourd'hui, la structure modale de l'ensemble des flux de Ciments Calcia donne la priorité au transport terrestre avec une priorité à la route (83%), suivie du ferroviaire (13%) et du fluvial (7%). Le transport maritime est marginal.

La répartition modale varie selon la nature des flux à transporter (approvisionnement / cessions / ventes). Pour les cessions, qu'il est possible de massifier à la différence par exemple des approvisionnements, le rail est majoritairement utilisé (58%) suivi de la route (37%) et du fluvial (5%). Le recours au ferroviaire se justifie sur des distances courtes (entre 200 et 350 km).

## CEMENTS CALCIA ET LES DÉCHETS

**La valorisation des déchets dans l'industrie cimentière se fait essentiellement par trois biais :**

→ La consommation de combustibles de substitution (huiles usagées, farines animales, pneus déchiquetés, graisses variées, CSR...).



**Ciments Calcia** occupe la place de major de l'industrie du ciment en France, avec 5,7 millions de tonnes de ciments vendues, 10 sites de production, 1361 salariés et 651,2 millions d'euros de chiffre d'affaires en 2014.

**Ciments Calcia** propose une offre complète de produits performants et adaptés à tous les besoins. Ciments gris, ciments blancs, chaux, liants à maçonner, liants routiers et produits spéciaux, la diversité des produits de Ciments Calcia, normalisés CE et labellisés NF, apporte une réponse aux exigences du marché de la construction.

La filiale de fabrication de chaux Socli complète le dispositif industriel et commercial de Ciments Calcia. Une filiale de services, Tratel, assure le transport et la distribution des produits de Ciments Calcia en France.

En France et en Belgique, le groupe Italcementi, leader sur le marché des ciments, des granulats (sables et graviers) et les bétons prêts à l'emploi, représente 10 cimenteries, 1 centre de broyage, 90 carrières, 190 centrales à béton, 1 usine à chaux, 5 stations de mélange pour un chiffre d'affaires de 2 milliards d'euros.

- L'utilisation de matières premières de substitution dans le process clinker (fer, alumine, silice, « apports combinés »...).
- Les ajouts pouvant entrer dans la composition des ciments et participer donc à la différenciation d'une gamme de ciment (laitiers de haut fourneau, cendres volantes).

**Pour Ciments Calcia, la logistique des déchets s'inscrira dans la tendance lourde du développement de l'économie circulaire, et se caractérisera par :**

- Une place accrue de la route dans les flux d'approvisionnements
- La poursuite de la réduction des distances (proximité)
- Une professionnalisation accrue des acteurs (exigences du cadre réglementaire)
- Un appel accru aux nouvelles technologies (traçabilité, sécurisation des opérations)

La logistique des déchets sera une composante essentielle, au même titre que l'évolution du cadre réglementaire et de l'aptitude des industriels à valoriser des déchets dans leurs process, du modèle économique applicable aux déchets. ●

”

*Pour Ciments Calcia, la logistique des déchets s'inscrira dans la tendance lourde du développement de l'économie circulaire.”*



# Les bioplastiques

intervention de

**Sandra Martin**  
(FuturaMat)

## LA NOTION DE BIOPLASTIQUE: ORIGINE ET BIODÉGRADATION

Le terme de bioplastique est employé pour qualifier différents types de résines aux origines et aux propriétés très différentes. La notion de « bio » dans les plastiques peut indiquer l'origine naturelle du produit ou son caractère biodégradable, ou bien les deux. En revanche, il n'y a pas de lien systématique entre l'origine pétrochimique et la non biodégradation, tout comme il n'y en a pas entre l'origine végétale et la biodégradation.

### On retrouve dans la famille des bioplastiques:

- **Les plastiques biosourcés et biodégradables** (PLA, PHA, ...) qui sont par exemple utilisés dans la production des sacs plastiques biodégradables de l'américain NatureWorks à base de maïs (PLA).
- **Les plastiques biosourcés non biodégradables** (bio-PE, bio-PET, bio-PTT...) à l'image des plastiques Braskem comme le polyéthylène I'm green™ fabriqué à partir de l'éthylène obtenu de l'éthanol de canne à sucre.
- **Les plastiques conventionnels** (pétrochimiques) biodégradables (PBAT, PBS, PCL, ...). Ces plastiques sont en moyenne plus chers que les plastiques biosourcés. On les retrouve dans certains plastiques de BASF, en sacherie ou en films.

On distingue des plastiques conventionnels non biodégradables (PE, PP, PET...). Ces plastiques pétrochimiques demeurent les moins chers sur le marché.

## DÉGRADATION DES BIOPLASTIQUES ET LABELS

Il n'existe aujourd'hui qu'une seule norme relative à la fin de vie de ces plastiques : la norme EN 13432 sur la biodégradation. Nombre de labels ont fleuri ces dernières années (OK compost, OK bio-based, compostable, OK-biodegradable...) qui ne renvoient pas aux mêmes propriétés des plastiques ni aux mêmes conditions de dégradation.

Un matériau est qualifié de biodégradable lorsqu'il est bio-assimilable et que les résultats de la biodégradation n'occasionnent aucun dommage à la nature. La biodégradation s'entend dans des conditions similaires à du compostage industriel.

Il ne faut pas confondre la biodégradabilité avec la notion de plastiques biofragmentables qui concerne des produits généralement chargés en amidon dont la fin de vie se traduit par une dégradation des additifs végétaux et minéraux et une dégradation visuelle sans désintégration moléculaire des éléments synthétiques.

Les plastiques oxodégradables quant à eux se dégradent sous l'effet du contact avec l'oxygène grâce à leur composition à base d'additifs (oxydants minéraux) qui favorisent une dégradation en morceaux plus petits.

## LES PERSPECTIVES DU MARCHÉ DES BIOPLASTIQUES

Si les bioplastiques sont aujourd'hui encore cantonnés sur des marchés de niche, le Club européen des bioplastiques estime qu'ils connaîtront une croissance de 400% d'ici 2017 par rapport aux volumes de 2010.

Le développement du marché des bioplastiques peut être poussé par l'évolution des modes de productions et de consommation et les politiques RSE des entreprises, comme celles des fabricants automobiles désireux d'améliorer leur empreinte carbone. L'augmentation des prix du pétrole peut rendre les plastiques biosourcés, aujourd'hui plus chers que les plastiques conventionnels, rapidement plus compétitifs. Dans cette perspective, les bioplastiques pourraient entrer en concurrence avec les matières recyclées qui sortent des centres de tri.

Le marché pourrait être freiné par des résultats d'analyses de cycle de vie au bilan environnemental désastreux (culture intensive, utilisation d'engrais,...) ou la concurrence des usages avec l'alimentation.

## NORMALISATION ET TRACEURS

Si certains bioplastiques sont recyclables, beaucoup ne sont pas effectivement recyclés, faute d'une éducation du consommateur au bon geste de tri mais aussi d'une identification lors du tri en usine. Le pourcentage de valorisation reste, d'une manière générale, assez faible. Ces faibles performances sont égale-

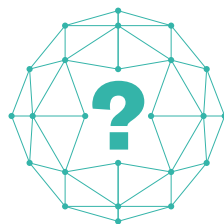
ment liées à l'absence de débouchés pérennes.

Une réflexion est à mener sur les traceurs pour mieux identifier et recycler les bioplastiques (labels, numéros...) et éviter qu'ils ne viennent perturber le recyclage des plastiques conventionnels.

## LA NÉCESSITÉ DE DÉVELOPPER DES NOUVELLES FILIÈRES DE VALORISATION

Si le recyclage des plastiques Braskem ne pose pas de problème majeur aujourd'hui à l'industrie du recyclage, les biosourcés biodégradables (de type PLA) ou les plastiques oxodégradables sont sources de perturbations des flux et leur fin de vie constitue un vrai défi.

Pour éviter la mise en décharge de ces bioplastiques ou la valorisation énergétique systématique, les industriels doivent mettre au point des solutions en valorisation matière et en chimie verte. ●



**FuturaMat** est une entreprise basée à Dissay (86) spécialisée dans la production de bioplastiques. Elle a pour objectif de développer et introduire les bioplastiques au sein du marché mondial, afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre, et de proposer une alternative à l'utilisation du pétrole dans le développement de produits à grande échelle. Elle a développé toute une gamme de bioplastiques, totalement ou partiellement biosourcés, aux propriétés et applications diverses.



# Financer l'innovation

intervention de

**Michel Moulinet**  
(Alma Consulting Group)

Une pluralité de dispositifs permettant le soutien et le financement de l'innovation existe en France et en Europe. De sources privées ou publiques, ils sont généralement destinés à accompagner les porteurs de projet à chaque étape de leur développement, allant de l'idée au concept puis du concept au prototype et enfin du prototype à l'amorçage commercial. Couvrant un spectre très large, ils ne sont donc pas uniquement réservés aux grandes structures.

Pour en bénéficier, les guichets sont nombreux et les conditions d'éligibilité variables. Aux règles écrites, s'ajoutent parfois des critères tacites. Ainsi, le déblocage de fonds européens tels que les fonds structurels, administrés en région, doit souvent répondre à des impératifs territoriaux, pouvant être très variables d'une région à l'autre. Il est aujourd'hui essentiel de définir clairement en amont l'impact sociétal et surtout économique attendu grâce notamment à la réalisation de business plans réalistes et concis.

Ces financements qui peuvent prendre des formes multiples (aides, avances remboursables en cas de succès, prêts, crédit d'impôt, exonérations fiscales, ...) sont parfois compatibles entre eux suivant des règles bien spécifiques. Leur combinaison maîtrisée peut permettre d'optimiser les sources de revenus et ainsi minimiser les risques financiers pris.

Certaines aides directes publiques sont, par exemple, plafonnées au montant des fonds propres d'une entreprise. Il peut donc être utile, avant de solliciter ce type de financements, d'augmenter ces derniers par du financement privé. D'autres aides peuvent nécessiter de travailler en partenariat. Il apparaît alors essentiel d'identifier, que ce soit au niveau national ou européen, les acteurs les plus pertinents avec lesquels collaborer et monter la proposition de projet. Cela nécessite donc un travail amont de réflexion stratégique, pouvant allier des aspects d'intelligence économique, veille technologique ou encore scouting technologique.

Cette étape d'analyse stratégique est indispensable, au même titre qu'une évaluation financière poussée. L'entreprise doit pouvoir se concentrer sur son projet, les développements associés ainsi que le ou les marchés visés et ne



pas modifier sa stratégie ou 'distordre' certains de ses travaux ou de ses approches pour rentrer dans une course aux financements.

Enfin il faut garder à l'esprit qu'obtenir un soutien financier public nécessite très souvent un investissement en temps afin notamment de justifier de manière très précise de l'ensemble des dépenses et travaux menés.

**Selon Alma Consulting Group, les facteurs-clés de la réussite d'un dossier de demande de financement sont :**

- L'idée de projet et sa pertinence au regard de l'écosystème.
- La qualité des partenaires impliqués au côté du coordinateur.
- La qualité du dossier, notamment rédactionnel, soumis à l'organisme financeur.
- Les actions de présentation, promotion et communication autour du projet pouvant être conduites en parallèle.

Ces éléments peuvent s'appliquer à la fois au niveau national ou européen, avec des degrés d'importance variables suivant le type de programme visé.

Entamer des démarches et actions pour obtenir des financements tant publics que privés pour ses projets s'anticipe, se planifie et nécessite autant une réflexion stratégique amont qu'une efficience opérationnelle tout au long des échanges et interactions avec les organismes financeurs. ●

**Groupe international de conseil en Business Performance, Alma Consulting Group**

propose un accompagnement sur mesure pour répondre aux enjeux de performance globale de l'entreprise à tous les niveaux : ressources humaines, financement & management de l'innovation, gestion des coûts fiscaux, opérations, achats et supply chain.



# Produire et consommer à l'horizon 2030

intervention de

**Cécile Desaunay**  
(Futuribles)

En janvier 2014, Futuribles International a publié une étude prospective sur les modes de production et de consommation à l'horizon 2030 : « Produire et consommer à l'ère de la transition écologique ». Cette étude vise à analyser le potentiel de développement de modes de production et de consommation aujourd'hui émergents, et leurs impacts sur la consommation de ressources et les externalités.

Cette étude est fondée sur un double constat : les modes de consommation actuels exercent une pression sur les ressources naturelles insoutenables à long terme ; de nouveaux modes de production et de consommation alternatifs, plus sobres, émergent dans tous les domaines.

Comment ces deux tendances vont-elles se combiner pour dessiner notre structure de production et de consommation d'ici une quinzaine d'années ? Sur la base d'une centaine d'études de cas, Futuribles a construit 4 scénarios possibles de nos modes de production et de consommation à l'horizon 2030 :

**1 « Consomouv' » est fondé sur le prolongement des tendances passées : nous poursuivons nos efforts pour alléger la pression sur les ressources naturelles, sans rupture majeure.**

Les modèles économiques des entreprises ne sont globalement pas remis en cause mais elles s'adaptent à la hausse du coût de l'énergie et des matières premières en optimisant leur processus de production. Les problématiques environnementales et notamment les externalités générées par notre consommation sont prises en compte mais elles restent limitées et peu contraignantes (affichage environnemental, informations sur le bilan carbone, labels etc.). Pour ne pas pénaliser l'activité économique et contraindre à l'excès les ménages, les pouvoirs publics privilégient l'information et la sensibilisation. Futuribles estime que dans ce scénario, de nouvelles filières du recyclage se développent mais à un rythme lent et sous condition de forte rentabilité ou bien sous la contrainte des pouvoirs publics.





*Sur la base d'une centaine d'études de cas, Futuribles a construit 4 scénarios possibles de nos modes de production et de consommation à l'horizon 2030."*

**2 «Consomalin» est un scénario qui envisage une généralisation des pratiques de consommation basées sur le partage et de la mutualisation.**

Les consommateurs cherchent à maintenir leur niveau de possession et d'usage de biens en dépit d'un budget limité, par la mutualisation (location, prêt, achats groupés...) et l'allongement de la durée de vie des produits (réparation, réemploi...). Les pouvoirs publics soutiennent ces démarches en mettant en place des incitations fiscales pour récompenser la mutualisation, le réemploi, etc. (réduction du prix des carburants pour le covoiturage...). Au lieu de se concentrer uniquement sur la vente de biens neufs, l'industrie propose des services de réparation, revente des pièces détachées etc. Les ateliers de réparation se multiplient et s'équipent d'imprimantes 3D. Dans ce contexte, la production locale est encouragée et valorisée. Des entreprises se créent sur le principe de l'économie circulaire en boucle fermée, en proposant de créer, fabriquer, faire consommer et recycler des biens sur un même territoire. Ces entreprises restent marginales et difficiles à pérenniser, compte tenu de leurs coûts et des faibles volumes qu'elles manipulent. La collecte des biens en fin de vie se généralise pour favoriser le réemploi. Les filières du recyclage sont largement financées par les fabricants. La modulation de l'éco-contribution en fonction de la recyclabilité des produits se développe.

**3 «Consophistication» décrit un modèle dans lequel l'industrie continue de proposer régulièrement de nouveaux produits au consommateur, mais la location de biens se développe plus que la vente de produits neufs (économie de la fonctionnalité).**

Ce scénario s'inscrit dans un contexte économique dans lequel la très forte hausse du coût des matières premières entraîne une remise en cause du modèle de consommation dominant. Les industriels ne parviennent plus à commercialiser leurs biens au prix où les consommateurs peuvent les payer.

Grâce à l'économie de fonctionnalité, de nouveaux produits qui se seraient révélés très chers à l'achat se diffusent (objets connectés, robots etc.). Le recyclage de ces produits est complexifié par le manque de volume et d'harmonisation des procédés de production. Les industriels s'organisent pour développer des filières du recyclage en commun en échange de tarifs avantageux sur les matières premières recyclées.

**4 «Consobriété» décrit la mise en place d'un nouveau modèle économique entièrement basé sur le recyclage et l'économie circulaire. En l'absence de crise ou de pénurie de grande ampleur ou sans l'impact d'une réglementation**



**internationale très contraignante, ce scénario semble néanmoins peu crédible à moyen terme.**

Ce scénario est basé sur une très forte hausse du coût des matières premières. Il implique une intervention très forte des pouvoirs publics qui prennent des mesures fermes pour modifier les consommations (imposer aux industriels de nouveaux matériaux, imposer l'incorporation de matières recyclées dans les produits...). Afin de limiter le coût énergétique de la production, de la consommation et du recyclage, des investissements importants dans les énergies renouvelables sont concédés. Toutes ces évolutions ont pour effet de renchérir le coût des produits. La prise de conscience environnementale du consommateur le pousse à la sobriété.

**Deux types de biens émergent :**

- Les biens composés de matériaux simples (renouvelables ou non), plus ou moins solides, mais faciles à recycler. Le renouvellement fréquent de ces biens par le consommateur reste facile mais leur recyclage systématique diminue leur prix d'achat.
- Les produits de luxe, plus sophistiqués et contenant moins de matières recyclables.

**À l'horizon 2030, ce scénario se rapproche de certains modèles d'économie circulaire. ●**

**Futuribles** est un centre indépendant d'études et de réflexion, qui mène des activités de veille et de prospective afin de contribuer à une meilleure compréhension de la dynamique du monde contemporain à moyen et à long terme. Futuribles propose en particulier un système de veille mutualisée sur l'évolution de l'environnement stratégique des entreprises et des organisations, le système Vigie.



# L'avenir du VHU

intervention de

**Fabrice Abraham** (Renault)  
**Loïc Bey-Rozet** (INDRA)  
**Manuel Burnand** (Derichebourg)  
**Olivier François** (Galloo)

À l'occasion du Salon Pollutec 2014, la Commission Prospective et Innovation de FEDEREC a organisé une table ronde sur l'avenir du VHU réunissant des représentants des constructeurs (Fabrice Abraham, Renault), des déconstructeurs (Loïc Bey-Rozet, INDRA) et des broyeurs (Manuel Burnand, Derichebourg et Olivier François, Galloo).

## QUELLES VOITURES CONSTRUIRA-T-ON DANS 20 ANS ?

De 1988 à 2010, l'évolution des véhicules se caractérise par une double tendance. Entre la R19 et la Mégane III qui correspondent aux modèles moyens de Renault, on a assisté à une augmentation sensible de la masse du véhicule qui est passée de 952 kg en 1988 à 1 242 kg en 2010. Parallèlement, la composition matières des véhicules a évolué : la masse des métaux a baissé de plus de 3 points (78,9% à 74,3% du véhicule), celle du verre a également diminué du fait de l'amincissement des vitrages (3,7% à 2,3%) pendant que la part des polymères a augmenté en passant de 12,8% à 15,3%.

Aujourd'hui, le secteur automobile est tout entier tourné vers les efforts que la réglementation lui demande de fournir pour diminuer les émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules mis sur le

marché. Les constructeurs devront commercialiser en 2021 une gamme de véhicules affichant une moyenne des ventes annuelles à hauteur de 95g d'émission de CO<sub>2</sub> au km. À titre de comparaison, on était à 154g en Europe en 2008 et 113g en 2013.

### **Pour atteindre l'objectif fixé, les constructeurs travaillent principalement dans deux directions :**

- la conversion des moteurs (tout électrique, hybridation et downsizing ...);
- l'allègement des véhicules.

La réduction de la masse des véhicules est un impératif environnemental. Les véhicules vont devoir perdre près de 100kg immédiatement et au moins 200 kg dans les 5 à 7 ans.

Pour réaliser cette cure de minceur, les constructeurs vont chercher du côté des solutions matières, comme l'utilisation d'aciers à



*Plus que jamais, la coopération avec les entreprises de recyclage sera nécessaire pour assurer la fin de vie des futurs VHU.”*

très haute résistance, des alliages d'aluminium, le recours à de nouveaux matériaux (ex. le magnésium pour des pièces de carrosserie embouties, la suspension moteur, des pièces de châssis...) et à des composites ou plastiques renforcés (carrosserie, panneaux, pièces de structure...).

L'avenir du véhicule et du VHU semble devoir poursuivre ces tendances. Les véhicules qui seront déconstruits dans 40 ans seront plus légers, plus diversifiés et contiendront des matériaux avec des valeurs économiques très différentes en fin de vie puisqu'on retrouvera dans les VHU de demain aussi bien des métaux riches en augmentation (platinoïdes, cuivre etc.) que des composites, des plastiques etc.

Plus que jamais, la coopération avec les entreprises de recyclage sera nécessaire pour assurer la fin de vie des futurs VHU.

## **COMMENT DÉCONSTRUIRA-T-ON LES VOITURES DANS 20 ANS ?**

Pour Loïc Bey-Rozet du réseau INDRA, nul doute que l'évolution des véhicules va se répercuter sur le modèle économique des démolisseurs. Aujourd'hui, les sources de marge sont les véhicules d'assurances, la pièce d'occasion et les matières à la revente. Avec la raréfaction des véhicules et l'évolution à la baisse du cours des matières il faut de plus en plus aller vers la pièce d'occasion.

L'avenir de la déconstruction automobile passe par l'amélioration du processus de démontage mais aussi par le développement du marché de la pièce d'occasion. La France est très en retard sur ce marché puisqu'il représente à peine plus de 300M€, dérisoire face au marché américain qui représente près de 22Mds de dollars. Le défi est d'accomplir un changement d'échelle pour passer de marchés régionaux à un véritable marché national.

La valorisation matière reste aujourd'hui un marché très aléatoire car indexé sur les cours du vierge et du pétrole et exposé à la concurrence internationale, de la Chine ou de la Turquie pour la ferraille. L'enjeu pour maintenir l'équilibre économique sera d'aller chercher les autres matières et de les séparer (ex : textiles, faisceaux de cuivre, etc.), même si, comme pour la pièce de réutilisation, ces opérations représentent un coût supplémentaire pour la filière.

## **QUEL AVENIR POUR LES BROYEURS ?**

En réponse aux évolutions de la composition matière des VHU, Olivier François (Galloo) et Manuel Burnand (Derichebourg) mettent l'accent sur le développement de techniques de tri post-broyage. Rendu impératif afin de valoriser un maximum de matière, il n'en n'est pas moins complexe

”

*Les véhicules qui seront déconstruits dans 40 ans seront plus légers, plus diversifiés et contiendront des matériaux avec des valeurs économiques très différentes [...] ”*

et demeure à ce jour un enjeu de R&D pour les broyeurs.

C'est ainsi que le groupe Galloo s'est intéressé dès les années 1980 à la valorisation des plastiques, difficiles à séparer en raison des densités très proches des résines. L'apparition de plastiques biosourcés nécessite une vigilance accrue de la part des broyeurs afin que les charges végétales ne viennent pas perturber la valorisation des plastiques pétrosourcés.

De son côté, le groupe Derichebourg, en complément d'un partenariat avec PlasticOmnium sur les plastiques, a pris le parti de la valorisation énergétique pour les résidus de broyage. Il travaille ainsi sur des procédés de gazéification, à l'image de ce qui a été mis en place en Grande-Bretagne, et sur la fabrication de combustibles de récupération.

L'ensemble de la filière VHU, démolisseurs et broyeurs, sont confiants dans l'avenir de leurs métiers : de nouveaux marchés (pièces de réemploi, matières, combustibles...) sont à ouvrir et la France possède de grands atouts en R&D sur lesquels la filière pourra capitaliser pour faire face aux enjeux de demain.

## **LE DÉFI DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE SUR L'ORGANISATION DE LA FILIÈRE VHU**

À un horizon de 20 ans, il n'est plus possible aujourd'hui de négliger les effets de l'économie de fonctionnalité : après une phase de déploiement à l'échelle mondiale d'Internet, nous entamons maintenant à grande vitesse une phase opérationnelle qui balaie tout sur son passage : UBER, BlaBlaCar, AirBnB... Les nouvelles générations ne souhaitent plus « posséder » un véhicule, mais disposer du « service » qu'il peut offrir. Si l'on ajoute à cela, le développement très rapide du véhicule automatique, qui permettra de faire un bond considérable en matière de sécurité routière, tout laisse penser que l'organisation de la filière VHU n'aura plus guère de rapport avec ce que nous connaissons aujourd'hui. ●



# Les nanomatériaux

intervention de

**Emeric Frejafon**  
(INERIS)

Utilisés dans divers secteurs comme la santé, l'électronique ou les cosmétiques, les «nanomatériaux» sont présents dans de nombreux objets du quotidien.

On retrouve des matériaux nanostructurés dans les accessoires sportifs (raquettes de tennis, clubs de golf, cadres de vélos...), l'automobile (pneus, pare-chocs, vernis anti-rayures...), les composants microélectroniques, la cosmétique (crèmes solaires), les textiles antitaches, les vitres autonettoyantes, les peintures, les colles, les produits d'entretien, les emballages alimentaires, le bâtiment etc. De nouvelles applications innovantes sont développées quotidiennement.

Pour autant, il n'existe pas de réel consensus sur la définition des « nanomatériaux » au niveau international. Différentes définitions coexistent dont, notamment, la définition ISO et celle de la Commission européenne, cette dernière étant par ailleurs en cours de révision.

On parle classiquement de nano-objets pour désigner des objets, nanoparticules ou particules ultrafines, dont au moins une dimension est inférieure à 100 nanomètres. Les nanomatériaux sont composés pour tout ou partie de nano-objets qui leur confèrent des propriétés améliorées ou spécifiques de l'échelle nanométrique.

Aujourd'hui, les principales substances à l'état nano-particulaire présentes sur le marché sont, dans l'ordre d'importance : le noir de carbone avec une production mondiale de plusieurs millions de tonnes, les oxydes de silice amorphe, les oxydes de titane avec des productions supérieures à 10 000 tonnes ; viennent ensuite les oxydes d'aluminium, oxydes de zinc et oxydes de cérium avec des productions de plusieurs dizaines de milliers de tonnes ; viennent enfin des substances produites en faibles quantités telles que le nano-argent, les nanotubes de carbone et les nano-argiles.

Les nanomatériaux sont présents à l'état naturel (pattes du gecko, feuille de lotus), produits accidentellement notamment par des processus de combustion (noir de carbone, fullerènes...) ou intentionnellement (nanotechnologies). Dans ce cas ils peuvent être incorporés dans des matrices (matériaux composites), fixés sur des supports (traitement de surface) ou bien encore utilisés à l'état libre (composants électroniques, biocides aérosols).

”

*Aujourd'hui, les entreprises de recyclage ne sont pas informées de la présence éventuelle de nano-objets dans les déchets qu'elles traitent [...] alors que cela peut perturber les filières existantes en modifiant les propriétés de la matière.”*

C'est bien parce que leurs propriétés chimiques et physiques diffèrent souvent de celles des matériaux de plus grande échelle qu'ils nécessitent une évaluation des risques et des dangers spécifique. À l'état nano-particulaire, les propriétés dangereuses sont différentes. La vitesse de propagation d'une flamme peut, par exemple, atteindre le supersonique en raison de la modification du régime de transfert thermique. Les voies et modes d'exposition pour l'homme sont différents (pénétration, translocation, réactivité). Les comportements dépendent des milieux dans lesquels ils se trouvent et ils évoluent au cours de leur cycle de vie. Aussi l'INERIS mène actuellement de nombreux programmes de recherche visant à mieux connaître les dangers des substances à l'état nano-particulaire, méconnus à ce jour, et à évaluer tant les risques sanitaires encourus par les travailleurs et les consommateurs que les risques industriels et potentiels pour l'environnement, et ce à tous les stades de la vie des produits.

**Au stade de la gestion de la fin de vie, de très nombreuses questions demeurent sans réponse à ce jour :**

- La présence de nanomatériaux dans un produit entraîne-t-il une modification de la capacité de recyclage ou de valorisation matière de ce matériau ? La question se pose aujourd'hui pour de très nombreux déchets comme les pneus renforcés en oxyde de silicium ou le béton contenant du dioxyde de titane nanométrique. La recherche ne sait pas encore quoi penser à ce jour de l'opportunité de valoriser en granulats des gravats issus de la démolition de bâtiments contenant des nano-objets en raison des incertitudes sur le comportement de ces matériaux à long terme.
- Les technologies et process actuels sont-ils adaptés à ces nano-matériaux ? Quels peuvent être les effets de l'extrusion, de la méthanisation ou d'un traitement thermique sur des nano-objets ? L'INERIS mène actuellement une importante étude sur le comportement des nanoparticules en incinération. À priori, il semble que les nanos ne soient pas émis car les systèmes de filtration auraient une bonne efficacité pour les tailles nanométriques. En revanche, la nanostructuration pourrait se transférer dans les effluents gazeux et particulaires





et la question des résidus d'incinération (mâchefers) demeure entière.

- Le fait qu'un matériau soit chargé en nano-objets va-t-il amener une modification de sa classification (dangereux/ non dangereux) ? L'INERIS et le CEREGE figurent parmi les experts en charge de la rédaction de ces notes de position avec une échéance à fin 2016.

Au-delà de ces questions se pose le problème récurrent de l'information du consommateur et de l'ensemble des intervenants dans la gestion de la vie et de la fin de vie du produit concernant la composition et les caractéristiques physico-chimiques des produits mis sur le marché. Ces informations sont particulièrement difficiles à obtenir pour les produits importés.

Aujourd'hui, les entreprises de recyclage ne sont pas informées de la présence éventuelle de nano-objets dans les déchets qu'elles traitent, a fortiori pour les déchets ménagers, alors que cela peut perturber les filières existantes en modifiant les propriétés de la matière. C'est toute la question de la traçabilité au cours du cycle de vie qui se pose. Elle nous invite à réfléchir à la mise en place d'outils de traçabilité tels que l'étiquetage des produits, la construction de registres mais aussi la mise en œuvre de moyens de détection et d'identification du caractère nano d'un déchet. ●

**L'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)** est un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du ministère chargé de l'Écologie. Il est né en 1990 de la restructuration de centres de recherche ayant plus de 60 ans d'existence.

**L'INERIS** a pour mission de contribuer à la prévention des risques que les activités économiques font peser sur la santé, la sécurité des personnes et des biens, et sur l'environnement. Il mène des programmes de recherche visant à mieux comprendre les phénomènes susceptibles de conduire aux situations de risques ou d'atteintes à l'environnement et à la santé, et à développer sa capacité d'expertise en matière de prévention.



# Le tri des catalyseurs usagés : le projet Trisur, lauréat du concours mondial d'innovation

intervention de

**Yves Jacquier et Pauline Galliou**  
(Eurecat)

## LA RÉGÉNÉRATION DES CATALYSEURS USAGÉS PAR EURECAT

Utilisés en pétrochimie dans le cadre de procédés de raffinage, les catalyseurs industriels nécessitent pour leur formulation entre 2 et 7% de la production mondiale annuelle de métaux stratégiques tels que le cobalt, le molybdène, le nickel ou le tungstène. Après usage, ces catalyseurs peuvent être régénérés (1 à 3 fois) ou dirigés vers les filières de valorisation matière.

Les raffineurs restent propriétaires de leurs catalyseurs. Eurecat s'inscrit dans une logique de services.

La société Eurecat, leader mondial en services de régénération et de conditionnement des catalyseurs, en partenariat avec l'IFP Energies nouvelles et l'Institut des sciences analytiques de Lyon (ISA), est lauréate du concours mondial de l'innovation, dans la catégorie Recyclage matières, pour son projet Trisur (Tri de solides ultra-rapide).

## LE PROJET TRISUR ET LA TECHNIQUE DE DÉTECTION LIBS

Le projet Trisur (Tri de solides ultra-rapide) est porteur d'une technologie qui permet le tri à très haute vitesse de particules millimétriques (1.000 grains par seconde) grâce à une technique émergente de détection de leur composition chimique à haute fréquence : la LIBS. Ce tri permet récupérer des métaux rares, comme le cobalt, le molybdène, le nickel ou le tungstène. C'est une option intéressante pour les industriels, pour qui l'approvisionnement en métaux stratégiques est un enjeu croissant alors que la demande continue de croître et que les ressources naturelles s'amenuisent.

La LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) est une technique d'analyse chimique rapide par spectrométrie d'émission optique de plasma induit par laser : elle utilise un laser de courte impulsion pour créer un micro plasma à la surface du produit analysé. Le rayonnement émis par ce gaz ionisé est analysé par spectroscopie optique.



”

*Le projet Trisur est porteur d'une technologie qui permet le tri à très haute vitesse de particules millimétriques (1000 grains par seconde).”*

La LIBS permet sans contact de fournir très rapidement des informations très précises non seulement sur la nature du matériau mais également sur sa composition : elle apporte une analyse qualitative de la composition chimique du produit analysé et peut aussi permettre des analyses quantitatives.

En plus du marché mondial des catalyseurs qui consomme une part importante de métaux stratégiques, cette technologie pourra trouver d'autres applications dans le domaine du tri des déchets contenant des métaux. ●

**Eurecat** Filiale d'IFP Energies Nouvelles (IFPEN), à parité avec le groupe chimique américain Albemarle, Eurecat est une société de services principalement présente dans l'industrie du raffinage. Son siège et principal site de production est établi à La-Voulte-sur-Rhône. Eurecat est le leader mondial pour la fourniture de services de régénération et recyclage des catalyseurs usagers. Outre en France, le groupe est présent en Italie, Allemagne, États-Unis, Inde, Singapour et Arabie Saoudite.



# L'innovation dans le recyclage textile : à la recherche de nouveaux débouchés

intervention de

**Jeanne Meillier** (UP-tex)  
**et Marc Haquette** (CD2E)  
pour la Vallée du recyclage Textile

Sous la pression conjuguée des marchés et des pouvoirs publics, la filière textile est aujourd'hui à un tournant. Sur les 600 000 tonnes mises sur le marché en 2012, la filière du recyclage a collecté 150 000 tonnes, soit un quart du gisement mis sur le marché. L'objectif d'ici 2020 est de doubler ce taux de collecte.

Aujourd'hui les 2/3 du gisement collecté sont destinés au réemploi et 1/3 est valorisé via le recyclage en chiffons d'essuyage, isolation thermique ou phonique et feutres. Toutefois, avec un doublement du taux de collecte attendu à horizon 2020, la proportion de textiles destinée au recyclage et à la valorisation va considérablement augmenter. De nouvelles solutions vont devoir être trouvées, d'autant que la nature du gisement va évoluer : la qualité du gisement va continuer de se dégrader et sa nature va se complexifier car on risque d'y trouver de plus en plus de nouvelles matières. Ces solutions en recyclage matière devront s'inscrire dans un climat de rétrécissement des débouchés lié à la variation des cours, qui peut rendre le recyclé moins compétitif que la matière vierge.

**Dans ce cadre, la Vallée du recyclage textile travaille à lever les verrous au développement de la filière en travaillant dans quatre principales directions :**

- Accompagnement des entreprises.
- Actions à l'international.
- Animations.
- Communication.

L'ambition de la Vallée du recyclage textile est d'inscrire l'ensemble la « filière textile » dans l'économie circulaire, et de l'articuler notamment avec la filière « recyclage et fin de vie » des produits textiles. Tout l'enjeu est donc de mettre en relation les matières et les marchés.

Il s'agit de susciter l'intérêt des metteurs sur le marché pour les matières issues du recy-

clage en substitution de matériau vierge, ce qui reste difficile en l'absence d'intégration des externalités négatives issues de l'utilisation de matières vierges.

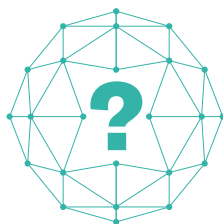
C'est pourquoi la Vallée du recyclage textile, au travers d'actions collectives, incitera les entreprises textiles à appréhender les nouveaux modèles économiques : éco-conception, économie de fonctionnalité, écologie industrielle et approvisionnements durables. En écho, les acteurs de l'environnement seront appelés à collecter et produire les matières attendues.

Le projet de la Vallée du recyclage textile vise à endiguer l'érosion progressive du secteur textile, en termes d'emplois et d'établissements, en inscrivant celle-ci dans l'économie circulaire et la création d'activités nouvelles avec le concours direct de la filière recyclage.

La veille technologique effectuée par UP-tex a permis d'identifier que la majorité des efforts d'innovation dans le textile portent sur le domaine du transport et des textiles industriels. Les secteurs ayant connu la plus forte progression sur les cinq dernières années sont le sport, la santé et les textiles de protection. Les projets soutenus par le cd2e montrent le dynamisme des entreprises du recyclage dans les valorisations extra filière et en écologie industrielle.

**Dans ce cadre, la Vallée du recyclage a présenté une série de projets ou d'expérience menés dans le monde :**

- TELJIN (Japon) : création de nouvelles fibres de polyester par la régénération chimique de fibres de polyester
- UNITIKA (Japon) : fabrication d'isolants et de feutres à base de vêtements de travail usagés
- SUMITO CORPORATION : fabrication de dalles de tapis en polyester recyclé



**La Vallée du recyclage textile**

est une plateforme issue de la collaboration de 4 pôles d'excellence et de compétitivité : le cd2e (éco-activités et éco-transition), le T2M (Textile Mode & Matériaux), TEAM<sup>2</sup> et UP-tex. Ces quatre pôles ont choisi d'unir leurs forces et leurs compétences autour d'un plan d'action commun afin de développer l'innovation et stimuler l'action économique dans le champ des textiles recyclés. La Vallée du recyclage textile a pour mission principale la création d'activités rentables et d'emplois pérennes dans le recyclage textile. Elle est soutenue par l'État, le Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais et Lille Métropole Communauté Urbaine et accompagnée par Eco TLC, l'éco-organisme du Textile d'habillement, Linge de Maison et Chaussures (TLC).



*Aujourd'hui, plusieurs entreprises de la filière textile sont passées au stade industriel et consomment des matières issues du recyclage textile."*

- WEAR 2 : séparation des pièces d'un vêtement par dégradation des coutures avec un procédé micro-ondes.
- SEPAREX : extraction des colorants par le procédé CO<sub>2</sub> supercritique (sans eau) appliqué au polyester.
- KERMEL : l'entreprise spécialisée dans la fibre méta-aramide de marque Kermel® résistant à de très hautes températures, récupère les vêtements usagés de pompiers et assure leur démontage, puis l'effilochage afin de transformer le tissu récupéré en fibres recyclées. De nouveaux produits issus de ces fibres régénérées ont été développés pour des applications notamment dans le bâtiment et les transports.
- Le Relais : Métisse® [eko] BAFFLE est un panneau de non-tissé jouant le rôle d'absorbeur de sons, destiné à l'isolation professionnelle (salles de réunion, de spectacles, studios d'enregistrement...).
- CALAFIL ouvre une nouvelle voie de valorisation pour le recyclage des chutes de production vierges. Ce projet s'inscrit dans un contexte novateur d'écologie industrielle de filière. Les 7 acteurs (CARDON Tradilinge - MORTELECQUE - UTTI Yarns - DICKSON CONSTANT - NOYON DENTELLE -

CODENTEL) s'associent pour produire, à partir de leurs propres chutes de production, de nouveaux articles mis en marché par eux-mêmes. L'objectif de ce projet consiste à valoriser les déchets de cinq matières (polyester, viscose, polyamide, acrylique et coton) au sein de, produits éco-conçus qui seront mis en marché directement par les 7 acteurs (modèle économique rare), et pas uniquement de traiter des déchets de production.

Aujourd'hui, plusieurs entreprises de la filière textile sont passées au stade industriel et consomment des matières issues du recyclage textile. De même plusieurs entreprises du recyclage élaborent des produits à partir de ces matières pour les mettre en marché dans d'autres filières.

De manière générale, la filière textile souffre d'une baisse de qualité des produits mis sur le marché. C'est le fait d'une économie qui au prétexte de la « mode » privilégie les quantités et les prix bas pour le consommateur en dépit de l'impact environnemental et des effets économiques qui se font ressentir jusque sur la filière du recyclage. ●



# L'incorporation des matières recyclées dans l'industrie des plastiques

intervention de

**Marc Madec**

(Fédération de la Plasturgie  
et des Composites)

## LA CONSOMMATION DES MATIÈRES RECYCLÉES PAR LES PLASTURGISTES

Le plastique a été identifié comme une filière sur laquelle des efforts considérables restent à faire puisque seulement 6 à 7% des matières consommées par l'industrie plasturgiste française sont issues du recyclage.

Si près de 80% des plasturgistes déclarent avoir recours à de la matière recyclée, en pratique cette utilisation résulte majoritairement de la demande de leurs donneurs d'ordre. La première motivation pour les plasturgistes reste avant tout le prix compétitif du recyclé vis-à-vis de la matière vierge.

Dans les cas où ils utilisent de la matière première recyclée, près de 40% des plasturgistes déclarent s'approvisionner auprès de fournisseurs européens (hors France) ou mondiaux. En revanche, les clients des plasturgistes consommant des matières recyclées sont majoritairement (83%) implantés sur le territoire national car il serait plus simple d'incorporer du recyclé pour des produits destinés à un marché national, en cas de problème de non-conformité ou de qualité.

## LA PERCEPTION DES ENJEUX LIÉS AU RECYCLAGE PAR LES PLASTURGISTES ET LEURS CLIENTS

Si le recyclage est perçu comme l'un des enjeux stratégiques majeurs pour les plasturgistes, ceux-ci ne se sentent pas encore complètement libres pour faire évoluer significativement les choses. Pris entre l'univers très concentré de la chimie qui assure la majorité de leur approvisionnement en matière première et leurs clients, ce secteur largement composé de petites et moyennes entreprises estime que les marges de manœuvre sont du côté des donneurs d'ordre, fabricants et metteurs sur le marché. Près de 60% d'entre eux estiment ne pas disposer d'une grande liberté pour proposer à leurs clients des produits intégrant de la matière recyclée.

Toutefois, de plus en plus de plasturgistes sont force de proposition pour l'incorporation de MPR même si les spécificités techniques des cahiers des charges des donneurs d'ordre peuvent être un frein.



”

*La plasturgie française a de nombreux points forts sur lesquels capitaliser pour assurer son avenir.”*

### **LES VEROUS À LA CONSOMMATION ACCRUE DE RECYCLÉ - LA VISION DES PLASTURGISTES**

**À leur niveau, les plasturgistes estiment que la consommation accrue de matières premières recyclées implique de se confronter à quelques enjeux :**

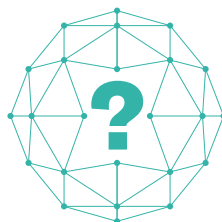
- Développer une meilleure connaissance du gisement (traçabilité ; caractérisation) : les plasturgistes souhaitent savoir d'où proviennent les déchets ayant servi à la production de matières premières recyclées pour avoir connaissance de la présence d'éventuels additifs réglementés (retardateurs de flamme bromés, phtalates, stabilisants au plomb, colorants au cadmium...).
- Améliorer le tri des déchets (techniques de séparation, d'affinage).
- Réduire la variabilité des lots de MPR.
- Améliorer les techniques de régénération pour sortir de la matière le maximum d'impuretés.
- Favoriser l'injectabilité des MPR en adaptant l'outillage (presses, moules) à la variabilité des lots (matière moins homogène). Il existe encore des freins techniques (problèmes d'aérogel : les moules se remplissent moins bien / risques de défauts d'aspect sur les pièces finies).

### **PROSPECTIVE SUR LA PLASTURGIE - LA VISION DES PLASTURGISTES**

Les risques futurs de pression sur les prix ne sont pas écartés : les tensions qu'a connues la plasturgie courant 2015 pourraient se reproduire car la situation ne s'est pas stabilisée.

Cette situation sur les prix fait que la plasturgie française est exposée au risque d'émergence d'une concurrence extra-européenne. D'importants investissements devraient être concédés par les Pays du Golfe qui produisent déjà les matières plastiques de base et qui pourraient inonder les marchés mondiaux avec des produits fabriqués selon les dernières technologies disponibles. Une montée en gamme de la Chine avec des produits de qualité à bas coûts est aussi à craindre, sans oublier la plasturgie américaine qui a accès à des matières premières fabriquées à partir de gaz de schiste.

Pour échapper à cette concurrence extra-européenne, les plasturgistes français ont fait le choix de produits à haute valeur ajoutée demandés par les marchés de l'emballage, de l'automobile, de l'aéronautique,



de l'électronique et du médical. Après des années difficiles, post-crise de 2008, l'avenir semble s'éclaircir avec une perspective de revenir en 2018 au niveau du chiffres d'affaires de 2008 de 30 Md€. À contrario, les équipementiers de la plasturgie sont dans une situation plus préoccupante. En effet, il ne reste plus à ce jour qu'un seul fabricant français de presses à injecter et le nombre de moulistes français est en constante diminution depuis le début des années 2000.

La plasturgie française a de nombreux points forts sur lesquels capitaliser pour assurer son avenir. En effet, la France dispose d'un bon niveau en R&D (7% des brevets mondiaux sur les plastiques et composites sont français). Les innovations pourraient devenir des atouts tels que les plastiques conducteurs ou auto-réparables, les nanomatériaux, l'impression 3D... La plasturgie française voit surtout s'ouvrir devant elle le marché des matériaux de substitution, le plastique venant en substitution du verre, du métal ou du béton.

Dans ce domaine, les composites constituent certainement l'un des piliers d'avenir de la plasturgie pour prendre toute leur place dans le développement de produits à fort contenu technologique. ●

**La Fédération de la Plasturgie**

et des Composites est l'organisation représentative du secteur de la transformation des matières plastiques (conception et fabrication de produits en matière plastique). Elle rassemble et représente 3500 entreprises, soit plus de 128 050 salariés issus principalement de PME, et définit la politique professionnelle de la branche.

## Remerciements

**À l'image de tous nos projets, ce Livre Blanc est une réalisation collective.**

Il est le fruit des travaux de la Commission Prospective et Innovation de FEDEREC qui s'est réunie régulièrement de décembre 2013 à décembre 2015. Présidée par Yann Vincent (Suez Recyclage et Valorisation), elle a réuni une quarantaine de membres, adhérents ou partenaires de la Fédération, ainsi que quelques experts extérieurs dont l'expérience et le regard ont contribué à enrichir la réflexion.

Nous les remercions tous très chaleureusement pour leur assiduité et leur implication, et en particulier François Bersani, Manuel Burnand (Derichebourg), Olivier Dequin (Praxy), Carola Guyot-Phung, Cécile Martin et Joël Maguin (La Compagnie des Matières Premières) dont le rôle moteur a été déterminant. Merci également aux permanents de la Fédération, Alfred Rosales et Florence Collot pour leur appui.

**Ce Livre Blanc est également le fruit des contributions des intervenants qui ont accepté de se prêter au jeu des auditions organisées par la Commission Prospective et Innovation.**

Les monographies qui figurent en partie IV en sont la synthèse. Sans eux, ce Livre Blanc n'aurait pas été possible.

Nous tenons à leur exprimer nos plus sincères remerciements: Fabrice Abraham (Renault), Loïc Bey-Rozet (Indra), Cécile Desauvay (Futuribles), Olivier François (Galloo), Emeric Frejafon (INERIS), Pauline Galliou (Eurecat), Alain Geldron (ADEME), Marc Haquette (CD2E), Yves Jacquier (Eurecat), Marc Madec (Fédération de la plasturgie), Sandra Martin (FuturaMat), Jeanne Meillier (Up-Tex), Michel Moulinet (Alma Consulting Group), Christian Rose (AUTF) et William Songeur (Ciments Calcia).

**Document publié**  
par FEDEREC

**Réalisation**

Victoires SA avec Atelier  
Marge Design (création et  
réalisation graphique)

**Coordination générale**

Christoph Haushofer  
[c.haushofer@victoires-editions.fr](mailto:c.haushofer@victoires-editions.fr)

**Impression**

Corlet - 14110  
Condé-sur-Noireau  
Imprimerie Imprim'Vert,  
certifiée PEFC  
N° d'imprimeur: 173159  
Imprimé sur du Cocoon offset  
100% recyclé  
certifié FSC des  
Papeteries Arjowiggins

**COCOON**

Achévé d'imprimer  
en décembre 2015  
Dépot légal: décembre 2015



**Victoires SA**

38, rue Croix-  
des-Petits-Champs  
CS 30016  
75038 Paris Cedex 01  
Tél. : 01 53 45 89 03  
[www.victoires-sa.fr](http://www.victoires-sa.fr)

## **FEDEREC**

101, rue de Prony – 75017 Paris

☎ 01 40 54 01 94

📠 01 40 54 77 88

✉ [accueil@federec.com](mailto:accueil@federec.com)

.....  
Retrouvez FEDEREC

sur les réseaux sociaux

