

Adhésifs pour concevoir durable et recyclable

D'après la conférence de François Court, par Paul Rigny

D'après la conférence de François Court, docteur en chimie à l'ESPCI. Après avoir commencé sa carrière au Japon, il a occupé plusieurs postes en recherche et marketing dans la société Arkema. Il est actuellement vice-président pour la recherche et le développement durable de la société Bostik, le segment Adhésif d'Arkema.

1 Introduction : l'adhésif, un levier méconnu de la construction durable

La construction représente l'un des secteurs les plus émetteurs de gaz à effet de serre, ce qui a conduit à la mise en place de nombreuses initiatives visant à diminuer son empreinte carbone. Les stratégies déployées couvrent divers aspects, notamment le design, l'architecture, l'isolation des bâtiments et le choix des sources d'énergie pour le chauffage. Parmi les enjeux clés figure la question des matériaux, avec par exemple

l'utilisation accrue du bois et la réduction de l'empreinte des matériaux comme le béton.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux adhésifs, un domaine souvent négligé bien qu'il joue un rôle fondamental. Ces produits permettent non seulement d'assembler divers matériaux entre eux, mais remplissent également de nombreuses autres fonctions, dont nous verrons comment elles contribuent à réduire l'empreinte carbone des bâtiments.

L'adhésif est au cœur de mon activité en tant que responsable R&D chez Bostik, la division

spécialisée dans les adhésifs du groupe Arkema (*Figure 1*). C'est avec enthousiasme que je m'attache à mettre en lumière ce composant chimique indispensable, mais trop souvent sous-estimé.

Arkema, c'est vingt mille collaborateurs à travers le monde, dédiés aux matériaux innovants. Rien que pour les adhésifs, ce sont sept mille personnes, dont plus de six cents chercheurs, qui œuvrent dans ce domaine, générant un chiffre d'affaires de 2,7 milliards d'euros. Ces chiffres témoignent de l'importance cruciale de l'innovation dans ce secteur.

Les adhésifs sont utilisés dans pratiquement tous les secteurs d'activité. Ici, nous nous concentrons sur la construction, mais leur utilité s'étend bien au-delà : dans l'industrie, par exemple, presque tout est collé. Sans adhésifs, les voitures ne pourraient pas circuler, car ces produits permettent une réduction significative de leur poids, ce qui diminue leur empreinte carbone. On en trouve également

dans les batteries des véhicules électriques, dans le packaging, ainsi que dans les systèmes de construction.

On pense peut-être moins à leur présence dans les objets du quotidien, pourtant, un simple téléphone portable contient plus d'une quinzaine de colles différentes. Même dans le domaine de l'hygiène, comme les couches-culottes, les adhésifs sont omniprésents. Leur utilisation s'étend ainsi du smartphone aux produits les plus inattendus, ce qui fait de ce secteur de la chimie un domaine particulièrement fascinant.

2 Un matériau omniprésent au service de la performance

Revenons au secteur de la construction et intéressons-nous à un schéma illustrant les multiples usages des adhésifs. Sans vouloir jouer sur les mots, leur présence s'étend littéralement du sol au plafond (*Figure 2*).

Ils interviennent dès la préparation des sols, avec les chapes

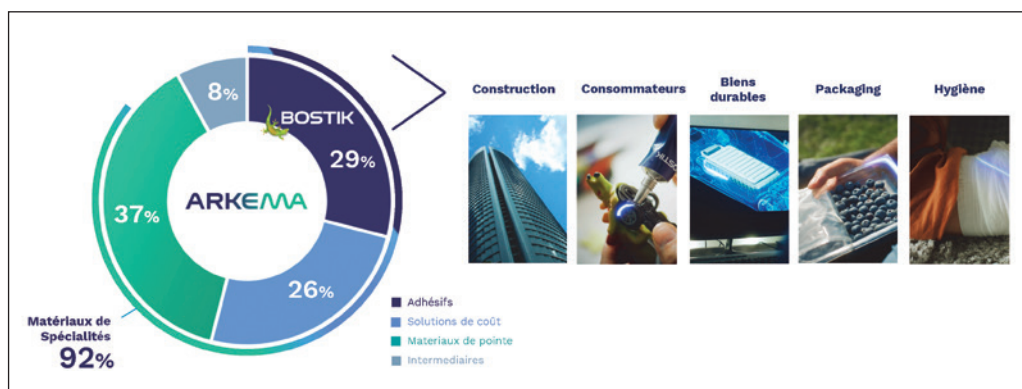


Figure 1

Les secteurs d'activité de Bostik.

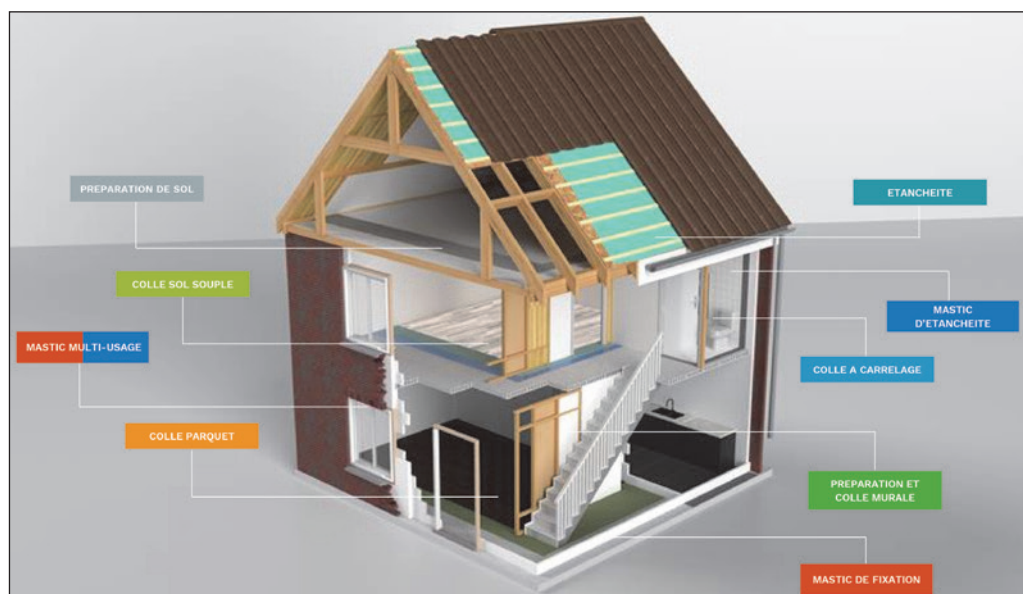


Figure 2

Lieux d'utilisation des adhésifs dans une maison.

de ragréage, puis pour fixer les différentes structures : parquets, carrelages, ou encore les mastics d'étanchéité que l'on retrouve dans les salles de bains ou sur les toitures.

De plus, le double vitrage ne pourrait exister sans adhésif, car ce sont les joints qui garantissent l'étanchéité du système. Et il n'y a pas non plus de bois de structure sans adhésif parce qu'aujourd'hui, on ne veut pas se contraindre à n'utiliser que des chênes centenaires comme à Notre-Dame. Grâce à des techniques comme le lamellé-collé¹,

rendu possible par des colles ignifugées, le bois devient un matériau structurel performant.

3 La stratégie de décarbonation du groupe Arkema

Revenons à la question de l'empreinte carbone, une préoccupation centrale pour l'industrie aujourd'hui. Arkema s'est engagé à réduire son impact environnemental, comme en témoigne une feuille de route claire, précise et chiffrée (Figure 3).

L'objectif est d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, en prenant comme référence les émissions de 2019, avec une étape intermédiaire fixée à 2030. Cela se traduit par une réduction de plus de 48 % pour

1. Système de construction utilisant des planches de bois assemblées par des colles spécifiques ignifuges (résistantes au feu). Ce procédé permet de créer des structures porteuses performantes sans nécessiter de bois massifs centenaires.

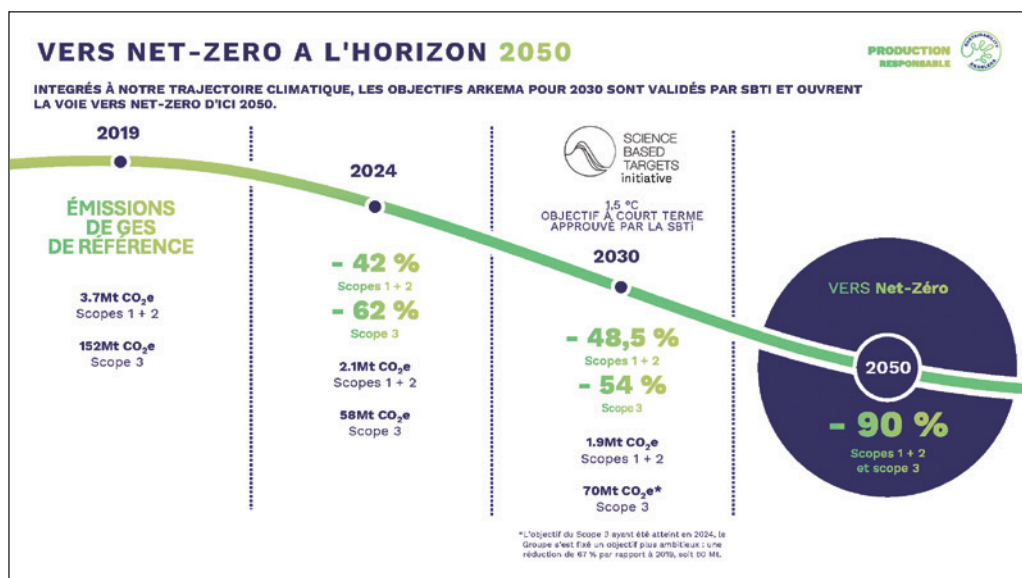


Figure 3

Feuille de route d'Arkema sur l'empreinte carbone, source : Arkema.

les scopes 1 et 2², et de 54 % pour le scope 3. Ces cibles ont été validées par des organismes indépendants, dans le cadre de la *Science Based Targets initiative*³ (SBTi). Pour le scope 3, une réduction de 62 % a déjà été atteinte en 2024, ce qui a conduit à revoir à la hausse les ambitions pour 2030.

Les scopes 1 et 2 concernent les émissions directes liées à la production : énergie

consommée et CO₂ rejeté par nos usines. Le scope 3, quant à lui, englobe l'empreinte carbone de nos produits, des matières premières utilisées pour les fabriquer, ainsi que leur gestion en fin de vie. Bien que le recyclage soit souvent mis en avant, le scope 3 représente, en termes d'ordre de grandeur, jusqu'à 50 fois plus d'émissions que les scopes 1 et 2, car il inclut l'impact des produits eux-mêmes et de la gestion de leur fin de vie.

Pour illustrer comment les adhésifs peuvent contribuer à réduire l'empreinte carbone dans l'habitat, prenons un exemple concret : la rénovation des sols (*Figure 4*), et plus particulièrement celle des revêtements de surface, comme les parquets.

Avec une colle standard, lorsque l'on retire un revêtement de sol, une partie du

2. Catégories d'émissions de gaz à effet de serre définies pour une entreprise. Scopes 1 et 2 : émissions directes liées à la production et à la consommation d'énergie des usines ; scope 3 : émissions indirectes incluant l'empreinte des matières premières et surtout la gestion de la fin de vie des produits.

3. *Science Based Targets initiative* : partenariat international créé lors de la COP21 pour inciter les entreprises à agir pour le climat.



Figure 4

Illustration d'un cas réel de la rénovation du sol.

ragréage⁴ est inévitablement arrachée en même temps. Résultat : le sol plastique ne peut pas être recyclé tel quel, et il devient nécessaire de prévoir plusieurs jours pour refaire une préparation complète du sol. Autrement dit, c'est une source évidente de gaspillage.

4 L'innovation au service de l'économie circulaire : la solution REBOND

Les chercheurs de Bostik se sont attachés à résoudre ce défi lié à la rénovation des sols. Leur objectif ? Permettre un retrait aisé du revêtement plastique, afin de le récupérer et de le recycler.

La solution développée repose sur une colle aux propriétés chimiques légèrement modifiées, combinée à la pose préalable d'une trame souple. L'innovation réside dans la

manière dont la colle adhère à son support. Une fois la colle appliquée, le revêtement de sol est posé par-dessus. Cette méthode, utilisée aussi bien dans l'habitat que dans des bâtiments commerciaux comme les hôpitaux ou les écoles, s'avère particulièrement avantageuse pour les établissements hospitaliers. En effet, l'immobilisation d'une chambre pendant plusieurs jours n'est pas souhaitable. Grâce à cette technique, l'immobilisation passe de quatre à cinq jours à une seule journée, car elle élimine le besoin de refaire le ragréage ou de préparer à nouveau le sol.

Les tests ont confirmé l'efficacité de cette approche : le sol peut être facilement soulevé et retiré. Ensuite, la colle est éliminée, laissant une chape parfaitement propre ainsi qu'un revêtement non souillé. Cela permet de remplacer le revêtement, de recycler le sol plastique et de lui offrir une seconde vie (Figure 5).

Un autre atout de cette innovation réside dans la composition même de la colle, partiellement réalisée à partir de matières

4. Action de lisser et d'égaliser une surface [généraliser une chape de sol] avant la pose d'un revêtement. Dans le système traditionnel, l'arrachage d'un sol abîmé souvent cette couche, empêchant le recyclage.



Figure 5

Comparaison entre système traditionnel et système R3BOND pour la rénovation de sol.

biosourcées, ainsi que dans l'optimisation de son packaging (**Figures 6 et 7**), ce qui contribue à réduire davantage l'empreinte carbone du système R3BOND. La **figure 8** présente une comparaison des impacts environnementaux entre cette solution et les méthodes traditionnelles.

L'un des principaux avantages du système R3BOND, outre le gain de temps, est sa contribution à la réduction des émissions de CO₂. Les premières applications et leur succès ont permis d'évaluer systématiquement ses bénéfices. En comparant R3BOND à la solution classique (**Figure 8**),



Figure 6

Présentation du système R3BOND.

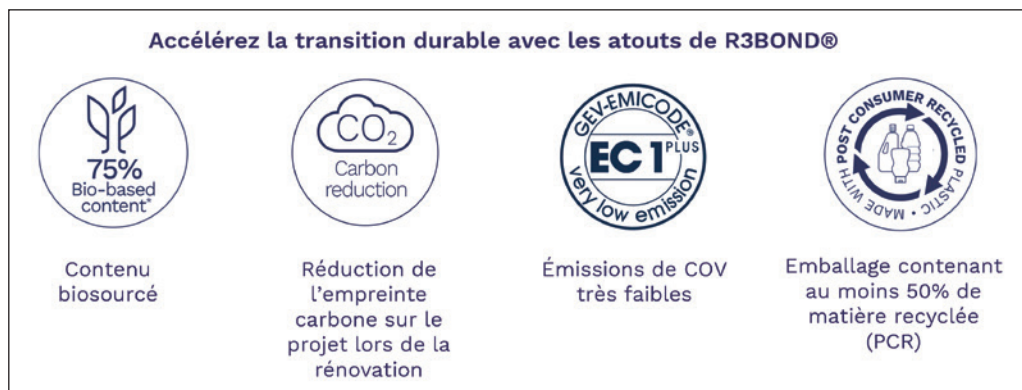


Figure 7

Atouts écologiques du système R3BOND. * 75 % de carbone biosourcé dans l'adhésif selon le standard EN 16640.

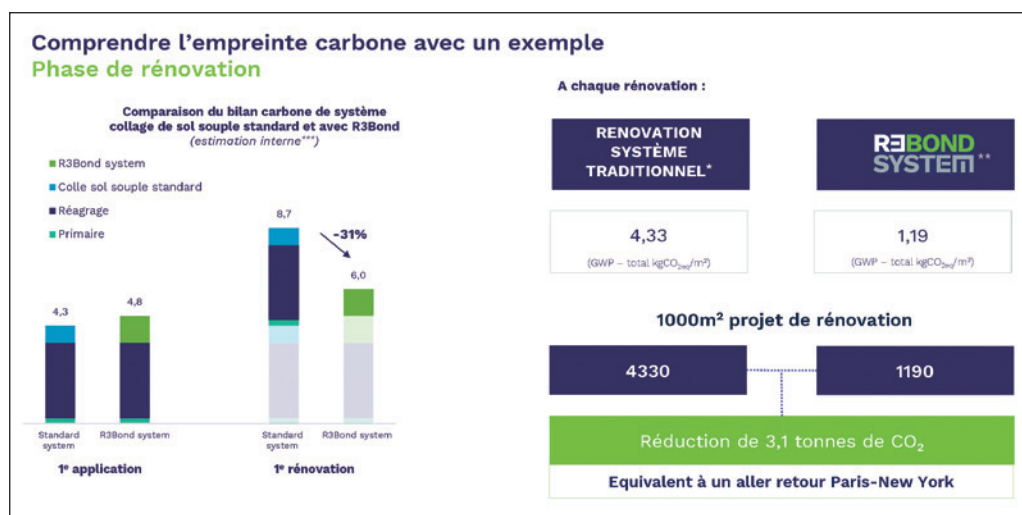


Figure 8

Empreinte carbone du système R3BOND. * Système traditionnel à la rénovation = primaire, ragréage, colle sol souple, ** système R3BOND = colle sol souple + trame, *** estimation interne basée sur les modèles EPDs de la FEICA d'un scénario de collage sol souple (primaire, ragréage, colle sol souple/ R3Bond system).

on observe une diminution spectaculaire de l'empreinte carbone, notamment lors des opérations de rénovation.

Ce progrès s'explique par l'adoption d'une approche circulaire, qui supprime une étape autrefois indispensable. Cette avancée incite à repenser

la conception des sols pour intégrer des systèmes éco-circulaires⁵, favorisant ainsi

5. Modèle de conception visant à réutiliser ou recycler les matériaux en fin de vie pour éviter le gaspillage, illustré par le système R3BOND qui permet de retirer la colle proprement pour recycler le sol plastique.

une réduction significative des émissions de CO₂⁶.

5 Éco-conception et matières premières renouvelables

D'autres initiatives mettent en lumière le rôle clé des adhésifs dans la décarbonation de l'habitat, notamment en agissant sur le scope 3, lié à l'empreinte carbone des matières premières. L'enjeu ? Privilégier des ressources renouvelables, qu'elles soient recyclées ou biosourcées (*Figure 9*).

Parmi les innovations phares du groupe, la *SuperGlue*⁷ se distingue. Grâce à un procédé chimique inédit et peu énergivore, Arkema a intégré un dérivé d'huile de ricin⁸ dans sa

composition, une matière première biosourcée largement exploitée au sein du groupe. La plante *Ricinus communis*, dont est issue cette huile, pousse sur des terres impropres à l'agriculture et n'entre pas en concurrence avec les cultures alimentaires humaines ou animales. Il s'agit donc d'une ressource biosourcée particulièrement vertueuse. Cette matière première, déjà utilisée pour produire des polymères techniques hautement performants, a permis de développer une *SuperGlue* encore plus efficace que les versions déjà existantes car mieux résistante à l'eau.

Autre axe de travaux

D'autre part, le ciment, largement présent dans les mortiers de ragréage et les colles pour carrelage, fait l'objet d'efforts pour réduire son empreinte carbone. La méthodologie REBOND a souligné l'importance d'optimiser le packaging des produits, afin

6. Dioxyde de carbone, gaz à effet de serre.

7. Colle cyanoacrylate.

8. Plante vertueuse car elle pousse sur des terres arides non destinées à l'alimentation humaine ou animale. Ses dérivés permettent de créer des polymères techniques et des colles haute performance.

Les adhésifs : matériaux pour contribuer à la décarbonation de l'Habitat

- Formuler avec des matières premières **renouvelables** : **Recyclées ou Biosourcées**
- Développer des alternatives aux matières premières à haute empreinte Carbone (ex : Ciment dans les mortiers colles)
- **Packaging** :
 - Limiter les plastics mono-usage
 - Choisir des Plastics PCR*
- Concevoir pour la **circularité** / Réduction des déchets
 - Ecodesign et Fin de vie des produits (ex : R3BOND)



« Des matériaux innovants pour un monde plus durable »

Figure 9

Exemples d'autres axes d'amélioration en termes de développement durable (éco-conception).

* PCR : Post Consumer Resin.

d'en faciliter l'utilisation et le recyclage. Cette approche, appliquée au ciment chez Arkema, s'inscrit dans une logique d'éco-conception dès la phase de développement, comme illustré par l'exemple de R3BOND. L'amélioration de la circularité passe aussi par la mise en place de filières de recyclage dédiées.

On peut également évoquer le projet Zebra⁹ (consultable en ligne), qui vise à rendre

9. Initiative collaborative (incluant Arkema, Veolia, Engie, etc.) visant à créer des pales d'éoliennes 100 % recyclables grâce à des résines et colles permettant de revenir aux composants initiaux en fin de vie.

les pales d'éoliennes recyclables grâce aux matériaux d'Arkema (résine thermoplastique et adhésif). Ce projet permet de séparer les constituants de la pale et pour la partie résine revenir aux monomères initiaux, s'inscrivant ainsi dans une économie circulaire. Son intérêt réside aussi dans sa dimension collaborative coordonnée l'IRT Jules Verne et réunissant des acteurs industriels majeurs le long de la chaîne de valeur comme Owens Corning, LM Windblades, Arkema, Veolia et Engie. Ce sont de tels efforts communs qui, souvent, permettent de réussir l'écodesign.

Conclusion

Pour Arkema, la chimie est un levier essentiel pour concevoir des matériaux innovants et durables. Le secteur de l'habitat, en particulier, offre un terrain idéal pour concrétiser cette vision.