

PROJET N°6

BIOCRACKLESS : un adhésif instantané de haute performance et biosourcé BOSTIK SA

L'INNOVATION

BOSTIK, filiale d'Arkema, a créé le **premier adhésif instantané majoritairement biosourcé**. Cette innovation allie développement durable et performance. Ce produit, réalisé à partir du procédé Crackless, moins énergivore, offre une combinaison inégalée d'avantages techniques

POURQUOI CE PROJET REPRÉSENTE UNE INNOVATION DE RUPTURE ET UNE SOLUTION DURABLE AVEC UN IMPACT POSSIBLE SUR LA SOCIÉTÉ ?

Les adhésifs cyanoacrylates, plus communément appelés « **superglues** » ou **colles instantanées**, sont apparus dans les années 1950. Leurs performances ont peu évolué au cours des dernières décennies, car la seule voie de synthèse industrielle disponible nécessitait une étape de **pyrolyse** coûteuse en énergie et en rendement.

En 2021, Bostik a réalisé une innovation radicale, en développant et en industrialisant un **nouveau procédé de synthèse, dit « crackless »**. Ce procédé breveté permet de fabriquer des molécules de cyanoacrylate sans étape de pyrolyse. Cette technologie entraîne une **réduction significative de la consommation d'énergie** et **limite les impacts environnementaux du procédé**.



Le nouvel adhésif produit par ce biais présente les avantages suivants : il ne provoque **pas de halo blanchâtre** autour de la pièce collée, il est **plus résistant à des températures élevées (95°C)** et il présente une **bonne résistance à l'eau chaude**, qui lui permet de résister aux cycles des lave-vaisselle.

Cette innovation majeure répond au besoin d'adhésifs instantanés toujours plus efficaces (résistants à l'eau) qui offrent une **alternative plus responsable aux utilisateurs**.

En effet, le nouvel adhésif est biosourcé (60% de carbone végétal*) et la production de sa matière première (graine de ricin) n'entre pas en compétition avec les ressources vivrières.

*Carbone biosourcé (ASTM D6866)

Les clés pour comprendre

La **pyrolyse** est une réaction chimique de décomposition d'un corps organique sous l'action de la chaleur et sans autres réactifs. Cette transformation, distincte de la combustion qui fait

intervenir un comburant (qui permet la combustion) comme l'oxygène, crée de nouveaux produits à la suite d'un réarrangement atomique ou moléculaire.



PROJET N°8

SLiPPS (Sustainable Liquid Phase Peptide Synthesis) StrainChem

L'INNOVATION

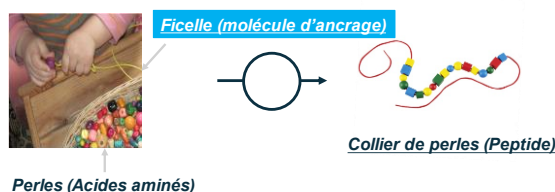
StrainChem a créé la **méthode SLiPPS**, une technologie innovante qui permet de fabriquer des **peptides** de façon plus simple, moins coûteuse et plus écologique. Cette technique utilise une grosse molécule appelée **polyisobutène (PIB)** comme support, qui est facile à trouver, peu chère, non toxique et recyclable. Grâce à ses propriétés intrinsèques, le PIB permet de purifier les peptides aisément tout en étant respectueux de l'environnement.

POURQUOI CE PROJET REPRÉSENTE UNE INNOVATION DE RUPTURE ET UNE SOLUTION DURABLE AVEC UN IMPACT POSSIBLE SUR LA SOCIÉTÉ ?

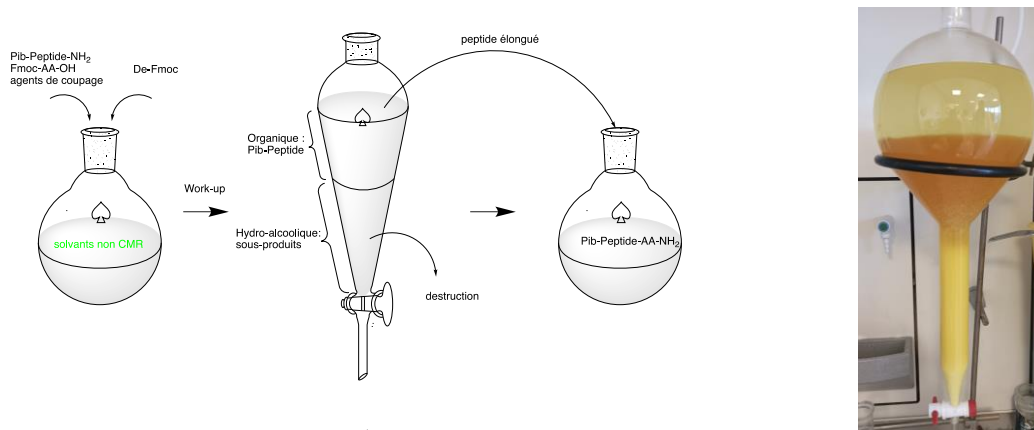
Les peptides sont des chaînes composées de petits éléments appelés acides aminés, liés les uns aux autres par des liaisons amides. On les retrouve particulièrement dans les **domaines pharmaceutiques et cosmétiques**. En 2022, le marché mondial des peptides thérapeutiques atteignait déjà 39 milliards de dollars et pourrait grimper jusqu'à 82 milliards en 2032. Du côté des cosmétiques, **le marché devrait passer de 221 millions en 2023 à 324 millions en 2030**.

Que ce soit pour la santé ou la beauté, l'intérêt pour les peptides ne cesse de croître, notamment en raison de leur efficacité ciblée. **Ils servent, par exemple, à traiter des maladies chroniques (comme certains cancers ou le diabète) ou à soutenir la régénération de la peau.** Leur spécificité d'action limite les effets indésirables et offre des résultats concrets : meilleur contrôle du taux de sucre dans le sang, ralentissement du vieillissement cutané, etc. Cependant, leur fabrication reste onéreuse, surtout pour les médicaments, en raison de normes de pureté très strictes à respecter.

Pour bien saisir le **fonctionnement de la méthode SLiPPS**, on peut imaginer la fabrication d'un collier de perles : chaque perle représente un acide aminé, et la ficelle, la grosse molécule servant de support. Lorsqu'on enfle la première perle sur la ficelle, l'ensemble devient soluble dans certains solvants, contrairement aux perles seules. Ce procédé permet de nettoyer facilement le duo ficelle-perle en choisissant des solvants adaptés. En répétant ce principe, on peut ensuite continuer à ajouter les perles suivantes, jusqu'à l'obtention de la chaîne complète du peptide.



Principe de la SLiPPS



Principe de l'extraction liquide-liquide

Pour l'industrie, la méthode SLiPPS permet de fabriquer des peptides à moindre coût, sans avoir besoin d'acheter de nouveaux équipements complexes car les synthèses se font dans de l'équipement classique de laboratoire et d'atelier. Par ailleurs, ce procédé **produit moins de déchets** que d'autres méthodes couramment utilisées.

La technologie SLiPPS devrait ainsi permettre l'obtention de peptides médicaments ou cosmétiques sur des échelles de plusieurs kg par lot en ayant à la fois une **haute pureté** et un **coût diminué**. Cette innovation facilitera l'accès aux peptides à un plus large éventail de consommateurs.

Les clés pour comprendre

Les **peptides** sont constitués d'un enchaînement d'acides aminés et forment la base des protéines.

Le **polyisobutène** est un polymère constitué par la polymérisation de l'isobutène, une petite molécule de la famille des alcènes. C'est un polymère saturé, c'est-à-dire que sa chaîne principale ne contient que des liaisons simples carbone-carbone. Il possède une structure très régulière qui lui confère une bonne stabilité chimique et une faible perméabilité aux gaz. On le retrouve dans de nombreux matériaux pour ses propriétés d'élasticité, d'étanchéité et de résistance. Il sert notamment à fabriquer des pneus, des colles, des films protecteurs, certains additifs ainsi que la pâte à chewing-gum, confirmant son innocuité.



PROJET N°9

Fulvestrant Ge, un traitement responsable pour le cancer du sein MINAKEM

L'INNOVATION

Fulvestrant Ge est un nouveau **traitement innovant pour traiter le cancer du sein**, son procédé de fabrication respectueux de l'environnement permet de réduire les coûts de production et ainsi le prix de commercialisation. L'objectif est de rendre ce nouveau traitement accessible pour un plus grand nombre de femmes à travers le monde.

POURQUOI CE PROJET REPRÉSENTE UNE INNOVATION DE RUPTURE ET UNE SOLUTION DURABLE AVEC UN IMPACT POSSIBLE SUR LA SOCIÉTÉ ?

Minakem a mis au point un nouveau procédé de fabrication pour un médicament essentiel dans le traitement du cancer du sein.

Grâce à ce **procédé**, la méthode de fabrication a été grandement améliorée : la méthode utilise moins de ressources que l'ancienne. Cette avancée a été rendue possible en réalisant une étape hautement stéréosélective (>90%) permettant d'éviter **une chromatographie** pour la séparation des isomères α et β au cours d'une **réaction d'addition de Michael 1,6**.



De plus, la nouvelle technique permet de **réduire la production de CO₂ de 3400 kg** pour chaque kilo de médicament fabriqué, ce qui est très positif. Elle a aussi pour avantage de faire baisser d'environ **28 %** le coût de fabrication du médicament.

Finalement, cette innovation permettra à des femmes d'avoir accès à ce traitement, tout en garantissant une **meilleure qualité du produit** et en **protégeant l'environnement**.

Les clés pour comprendre

Les **procédés** physico-chimiques sont des méthodes utilisées pour traiter et transformer des substances en combinant des principes physiques et chimiques, ce qui optimise la purification, la séparation ou la transformation des matériaux. Ces procédés incluent des techniques telles que la filtration, la distillation et l'adsorption, qui sont essentielles dans les industries chimique, agroalimentaire et de traitement de l'eau. Comprendre ces processus est crucial pour maximiser l'efficacité et l'impact environnemental des opérations industrielles.

La **chromatographie** est une technique d'analyse chimique utilisée pour séparer les constituants d'un mélange.

La **réaction d'addition de Michael 1,6** est une réaction chimique utilisée en chimie organique pour créer de nouvelles liaisons carbone-carbone. Elle fait partie des réactions d'addition

nucléophile sur des composés insaturés appelés énone (ou composés α,β -insaturés). Un nucléophile (une espèce riche en électrons) attaque non pas directement la double liaison carbone-carbone, mais la position " γ " (le 6^e atome à partir du groupe accepteur d'électrons), d'où le nom "1,6-addition". Cela permet de former des molécules plus longues ou plus complexes. Cette réaction est utile pour fabriquer des composés organiques comme des médicaments ou des produits naturels. Elle fait partie des réactions dites « de type Michael », qui sont importantes dans la chimie des matériaux et la biochimie. Ce type de réaction permet aussi d'introduire de la diversité dans des structures carbonées. Elle est souvent catalysée par des bases ou des enzymes. C'est un outil puissant pour la synthèse organique moderne.



PROJET N°11

Technique de teinture durable pour décarboner les industries de la couleur EverDye

L'INNOVATION

EverDye propose une **alternative durable aux procédés classiques de teinture textile**, offrant une solution innovante qui conjugue performance, réduction de l'impact environnemental et adaptabilité aux besoins industriels.

POURQUOI CE PROJET REPRÉSENTE UNE INNOVATION DE RUPTURE ET UNE SOLUTION DURABLE AVEC UN IMPACT POSSIBLE SUR LA SOCIÉTÉ ?

La teinture représente aujourd'hui **près de la moitié des émissions de gaz à effet de serre de l'industrie textile**, laquelle génère à elle seule 8 % des émissions globales. Ces chiffres révèlent l'impact souvent méconnu de la coloration des vêtements, soulignant la nécessité urgente de solutions durables.

Face à ce constat, EverDye a développé un procédé de teinture textile écologique fondé sur un pigment hybride combinant **nanocristaux de cellulose** (issus de biomasse végétale) et particules minérales. Ce colorant biosourcé est très résistant à la lumière et aux lavages grâce aux liaisons hydrogène et aux interactions électrostatiques. Il peut remplacer les colorants pétrochimiques, limitant l'utilisation de substances moins favorables pour l'environnement.



Cette technologie permet la fixation de la teinture à température ambiante ($\sim 25^{\circ}\text{C}$), **réduisant jusqu'à 10 fois la consommation énergétique** par rapport aux procédés classiques (80°C). Cette innovation s'adapte aux installations industrielles existantes et ne nécessite pas d'investissement supplémentaire.

Du point de vue environnemental, la faible production de résidus simplifie le traitement des eaux usées et réduit la pollution aquatique, participant à la **préservation de la biodiversité**. La flexibilité de composition permet d'obtenir une large palette de teintes conformes au règlement européen **REACH**.

En résumé, EverDye propose une solution pour la teinture textile alliant efficacité industrielle, réduction de l'empreinte énergétique et **chimie verte**, tout en étant directement intégrable dans les chaînes de production existantes.

Les clés pour comprendre

Les **nanocristaux de cellulose** sont de minuscules particules rigides extraites de la cellulose, un composant naturel des parois des plantes. Ils mesurent quelques dizaines à centaines de nanomètres et possèdent une structure cristalline très ordonnée. Très légers, biodégradables et dotés d'une grande résistance mécanique, ils sont utilisés comme renfort dans des matériaux composites. On les retrouve aussi dans des domaines innovants comme les emballages, les cosmétiques ou les dispositifs médicaux. Leurs productions valorisent des ressources renouvelables comme le bois ou les déchets végétaux.

REACH (en anglais Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) est un règlement européen qui encadre la fabrication et l'utilisation des substances chimiques. Son objectif est de protéger la santé humaine et l'environnement.

Concrètement, REACH :

- 1) interdit certaines substances lorsque leur dangerosité est clairement démontrée (par exemple lorsqu'elles sont cancérogènes, toxiques pour la reproduction ou très polluantes) ;
- 2) soumet à des règles strictes l'usage de substances dangereuses, qui ne peuvent être mises sur le marché ou utilisées qu'avec une autorisation spécifique ;
- 3) impose aux entreprises de fournir des informations complètes sur les substances qu'elles produisent ou importent ;
- 4) garantit que seules les substances jugées sûres pour la santé et l'environnement peuvent être commercialisées, ce qui permet aux consommateurs d'accéder à des produits mieux contrôlés.



PROJET N°12

Phyli : cuir végétal RENATURE

L'INNOVATION

Phyli est un **cuir d'origine végétale**, conçu comme alternative aux cuirs traditionnels d'origine animale.

POURQUOI CE PROJET REPRÉSENTE UNE INNOVATION DE RUPTURE ET UNE SOLUTION DURABLE AVEC UN IMPACT POSSIBLE SUR LA SOCIÉTÉ ?

RENATURE innove dans le domaine des matériaux biosourcés avec Phyli, un **matériau souple entièrement végétal, à base de protéines**. Son objectif est de remplacer le cuir animal et les alternatives synthétiques, souvent issues du pétrole.

Phyli est fabriqué par un **procédé d'extrusion**, sans utiliser de solvants polluants ni de plastifiants issus de la pétrochimie, ce qui réduit fortement l'impact environnemental dès la production. De plus, en fin de vie, ce matériau peut être composté, limitant la pollution liée aux déchets.



La formule de Phyli est **très flexible** : on peut l'adapter selon les besoins, par exemple pour obtenir des matériaux plus souples, plus résistants ou au rendu particulier. Cette adaptabilité vient de la maîtrise des interactions entre les composants naturels, comme les protéines végétales et les tanins, ce qui permet d'optimiser la structure et les propriétés du matériau. L'objectif est d'atteindre des **performances techniques** similaires à celles des matériaux classiques, tout en étant bien **plus écologiques**.

Phyli vise principalement les secteurs comme la maroquinerie, le packaging de luxe et le design, où il y a une forte demande pour des alternatives plus respectueuses de l'environnement.

Les clés pour comprendre

Le **procédé d'extrusion** est une technique de transformation des matériaux, notamment des plastiques, qui consiste à les faire fondre puis à les forcer pour leur donner une forme continue. Le matériau chauffé est poussé par une vis sans fin à l'intérieur d'un cylindre. En sortie, il est refroidi et découpé selon les besoins. Ce procédé est utilisé pour fabriquer des tuyaux, des films plastiques ou encore des fibres textiles. Il est rapide, continu et adapté à la production en grande série.

