

PROJET N°1
NETTOYANT TOITURE
CLEAN TECH D'ECOGENE
AB7 INDUSTRIES

L'INNOVATION

La gamme CLEAN TECH d'ECOGENE est une technologie permettant de **nettoyer les toitures et terrasses avec une efficacité professionnelle**. Cette solution repose sur une composition **non-biocide**, à base d'**enzymes** et d'**agents synergisants** d'origine végétale, qui permet de lutter contre l'adhésion des algues sans endommager les surfaces.

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

Fabriqué en France et certifié **ECODETERGENT** par **ECOCERT**, ce produit se compose de **99,3 % d'ingrédients d'origine naturelle**.



Contrairement aux nettoyeurs traditionnels qui peuvent contaminer les eaux pluviales et les systèmes de récupération d'eau, altérant ainsi la qualité des sols et des végétaux, cette nouvelle formulation respectueuse de l'environnement **préserve l'intégrité de l'eau de pluie collectée dans les gouttières**.



L'utilisateur a ainsi la possibilité d'appliquer le produit sans déconnexion préalable des récupérateurs d'eau et peut alors immédiatement utiliser l'eau pour l'arrosage des végétaux.

Ce nouveau nettoyeur **exempt de biocides**, n'élimine pas les algues par destruction, mais **empêche leur adhésion** aux surfaces, offrant une **solution non-destructive**. En agissant en profondeur, il assure une protection et une désincrustation durable, maintenant les surfaces extérieures propres pendant plusieurs années.

Sa composition naturelle et son mode d'action permettent de **limiter les déchets** et de **réduire l'impact environnemental**, tout en assurant sécurité, performance et durabilité.

Les clés pour comprendre

La composition **non-biocide** est un mélange qui ne contient aucune substance destinée à tuer ou repousser des organismes nuisibles (comme les bactéries, virus, champignons ou insectes).

Les **enzymes** sont des protéines agissant comme des catalyseurs naturels, c'est-à-dire qu'elles accélèrent des réactions chimiques spécifiques sans être elles-mêmes modifiées. Elles décomposent naturellement certaines saletés comme les taches ou la matière organique.

Les **agents synergisants**, d'origine végétale, sont des substances naturelles issues des plantes qui améliorent l'efficacité des autres ingrédients dans un produit.



ECOGENE CLEAN TECH



UNE TECHNOLOGIE RÉVOLUTIONNAIRE POUR UNE NOUVELLE GAMME DE PRODUITS



**COMPATIBLE
RÉCUPÉRATEUR D'EAU
DÈS LA 1^{ÈRE} PLUIE**

Plus besoin de choisir entre **le nettoyage / traitement** des toitures, façades et terrasses et la **récupération de l'eau de pluie**.

Les produits ECOGENE CLEAN TECH allient les 2 pour des **résultats exceptionnels !**

EAU RÉCUPÉRÉE APRÈS APPLICATION DU PRODUIT



Eau de pluie



CLEAN TECH

OU



Autres nettoyeurs

Les produits ECOGENE CLEAN TECH sont compatibles avec tous les supports : terre cuite, pierres naturelles, ardoise, plastique, shingle, crépi, bois...

MODE D'EMPLOI



1
APPLICATION DU
PRODUIT SUR LE TOIT,
LE MUR OU LE SOL



2
PLUIE OU RINÇAGE AU JET
D'EAU SELON LE PRODUIT



3
UTILISATION DE L'EAU
DU RÉCUPÉRATEUR
DÈS LA 1^{ÈRE} PLUIE



4
ARROSAGE DES VÉGÉTAUX



PROJET N°2 SURF (Sustainable reuse of wastesands) SOLVAY

L'INNOVATION

SURF est une **solution de production de silice précipitée à partir de sables industriels** ayant déjà eu une première vie, classés déchets inertes et non dangereux. Cette approche permet de substituer l'utilisation de sable vierge issu des carrières, ressource naturelle limitée, par un sable recyclé.

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

Le projet SURF innove en rendant possible la fabrication de silice précipitée, **un composant essentiel dans la fabrication des pneus**, à partir de sable déchet et recyclé provenant de l'industrie, plutôt qu'à partir de sable extrait des carrières.

Aujourd'hui des techniques de recyclage de sables industriels existent, mais elles utilisent souvent des traitements thermiques intensifs, des lavages à l'eau ou des lavages acides ayant un impact environnemental important. Ce nouveau procédé ne nécessite pas d'adjonction de produits chimiques ni de lavage à l'eau et seule l'utilisation d'électricité est nécessaire au recyclage du sable choisi par Solvay. Ainsi, les sols et l'eau sont préservés de tout risque de contamination. Les étapes de recyclage utilisées permettant d'obtenir un sable nettoyé de ses impuretés liées à sa première vie, et dont la qualité est similaire à celle du sable utilisé jusqu'à présent, sans impact sur la silice précipitée.



Cette approche s'inscrit dans une démarche d'**économie circulaire**, permettant de développer un potentiel de **valorisation des déchets limitant l'utilisation des ressources naturelles**.

Le développement de ces solutions circulaires est couplé à l'implémentation d'une stratégie industrielle de réduction des émissions de CO2 faisant appel à des leviers tels que l'approvisionnement en énergies vertes, le développement de procédés moins énergivores... afin de proposer une silice circulaire à faible empreinte carbone.

À terme, l'ambition de Solvay est de proposer une silice entièrement circulaire, alignée avec les **objectifs de durabilité et de recyclabilité** fixés par l'industrie du pneumatique à l'horizon 2030 et 2050.

Les clés pour comprendre

La **silice précipitée** est une poudre blanche fabriquée à partir de sable. Elle est utilisée dans de nombreux produits du quotidien, comme les pneus (pour les rendre plus sûrs, plus économes en carburant, améliorer leur durée de vie), les dentifrices (pour nettoyer les dents en douceur) ou dans les semelles de chaussures.

L'**économie circulaire** est un modèle qui vise à réduire le gaspillage en optimisant la réutilisation, le recyclage et la valorisation des ressources, pour limiter l'extraction de matières premières et la production de déchets. Il permet de préserver les ressources naturelles de la planète.

SOLVAY

SOLVAY
ESSENTIAL FOR GENERATIONS

PROJET N°3 Omnix® 1000 ECHO RPRF SYENSQO

L'INNOVATION

La famille de produits **Omnix® 1000 ECHO RPRF** concerne une nouvelle gamme de **polyamides structuraux** à haute teneur en matière recyclée, alliant résine et fibres de verre. Elle est conçue pour des applications de **moulage par injection**.

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

Ce projet permet de créer des matériaux en polyamide qui intègrent jusqu'à **98% de matière issue du recyclage**. Ils contiennent le plus haut taux de matière régénérée de tous les polyamides modifiés actuellement disponibles sur le marché, ce qui en fait les produits les plus écologiques de leur catégorie. Différents polyamides ont ainsi été mis au point avec plus ou moins de fibres de verre ou carbone et de contenu recyclé pour s'adapter à l'usage souhaité.



Le **recyclage des polyamides vierges en fin de vie** permet de produire une matière première secondaire, contribuant à la préservation des ressources naturelles, à la réduction des déchets envoyés en décharge, à une consommation d'énergie réduite et à des émissions de carbone plus faibles en comparaison avec l'utilisation de polyamides vierges issus du pétrole. Ces matériaux possèdent **des performances mécaniques similaires ou supérieures** à celles des versions traditionnelles, montrant qu'il est possible d'associer durabilité et performance.

Ces matériaux suscitent un intérêt particulier dans de nombreux domaines industriels. Par exemple, dans le secteur des transports, ils entrent dans la composition de pièces pour les véhicules à moteur thermique ou électrique, ainsi que pour des moyens de mobilité urbaine, tels que les trottinettes et les vélos. En ce qui concerne les biens de consommation, ils sont



utilisés dans la fabrication de petits appareils électroménagers, tels que les cafetières, ou d'équipements sportifs comme les raquettes de tennis. Enfin, dans le domaine de l'électronique, leur utilisation s'étend aux boîtiers d'appareils, prises et connecteurs.

Ainsi, les produits **Omnix® ECHO RPRF** permettent de fabriquer des produits aux performances similaires à celles des polyamides techniques actuels, sans perte de qualité. L'utilisation d'un taux élevé de contenu recyclé ainsi qu'une empreinte carbone réduite en font **un allié pour une économie plus durable**.

Les clés pour comprendre

Un **polyamide structurel** est une fibre synthétique issue de la pétrochimie, assimilée au plastique. Ce type de plastique technique renforcé (souvent avec des fibres de verre ou de carbone) est utilisé dans des applications exigeantes pour ses excellentes propriétés mécaniques (résistance, rigidité, durabilité). Il est dit structurel car il peut remplacer des matériaux plus lourds comme le métal, notamment dans l'automobile, l'électronique ou l'industrie.

Le **moulage par injection** est un procédé de fabrication qui consiste à injecter un matériau fondu (souvent du plastique) dans un moule fermé, où il se solidifie pour prendre la forme désirée. Ce procédé est largement utilisé pour produire en grande série des pièces complexes avec une grande précision, comme des composants automobiles, des boîtiers électroniques, des jouets ou encore des emballages.



PROJET N°4 CareTips® LACTIPS

L'INNOVATION

Lactips conçoit, produit et commercialise **CareTips®**, un **biomatériau thermoplastique** 100 % biosourcé et naturel, formulé à partir de protéines et d'additifs d'origine végétale.

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

CareTips® est un matériau **hydrosoluble**, alternatif au plastique traditionnel, biodégradable dans tous les milieux (compost, eau douce, mer), qui ne génère pas de microplastiques.



Transformé en granulés par extrusion, CareTips® est compatible avec les procédés industriels standards de la plasturgie et du papier, tels que **l'injection**, **l'extrusion** ou encore **l'enduction**. CareTips® constitue une alternative crédible aux plastiques fossiles, offrant des propriétés similaires (scellabilité, barrière aux graisses et aux gaz) sans transformation chimique complexe.

Il rend possible le recyclage intégral des emballages papier et le réemploi du verre, tout **en éliminant les plastiques résiduels**. En effet, il facilite le décollage des étiquettes sur les contenants en verre et permet un recyclage optimisé des emballages et cartons qui ne sont plus recouverts d'un film plastique difficile à dissocier.

Sa biodégradabilité rapide (moins de 30 jours dans le sol, moins de 12 jours dans l'eau, même froide) permet de lutter efficacement contre la pollution plastique et d'améliorer le recyclage.

Les clés pour comprendre

Un **biomatériau thermoplastique** est un matériau naturel, renouvelable, qui peut être chauffé et remodelé comme un plastique classique, mais avec un impact environnemental réduit.

L'**hydrosolubilité** est la capacité d'un matériau à se dissoudre rapidement dans l'eau, ici même à basse température.

L'**injection** est un procédé de fabrication où une matière plastique est chauffée jusqu'à ce qu'elle fonde, puis injectée sous haute pression dans un moule pour prendre la forme désirée.

L'**extrusion** est un procédé de fabrication où une matière plastique chauffée est forcée à travers une forme pour obtenir un objet continu et régulier, comme des tuyaux ou des films.

L'**enduction** est une action consistant à revêtir la surface d'un support avec un produit destiné à la protéger, à en modifier l'aspect ou à lui conférer des qualités particulières.



PROJET N°5

SOLVE, Solvant biosourcé d'origine végétale GFBiochemicals SAS

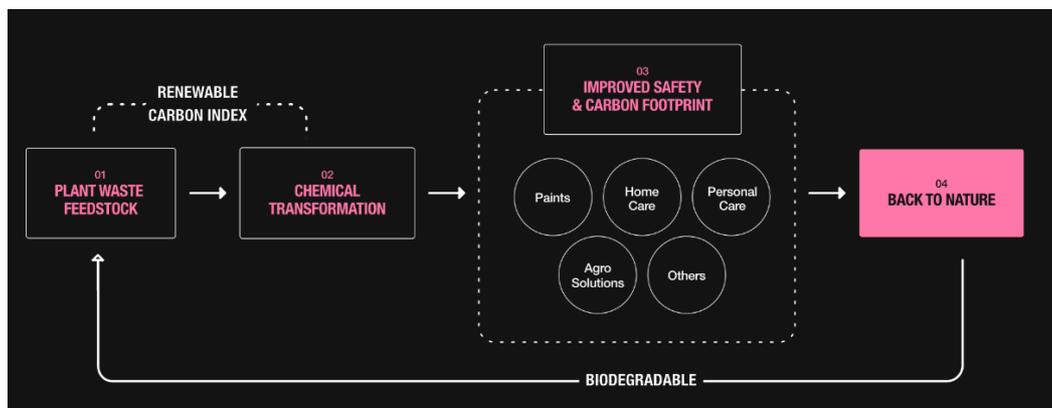
L'INNOVATION

GFBiochemicals SAS (GFB) a développé un **solvant biosourcé d'origine végétale** (SOLVE) dérivé de l'**acide lévulinique**. Ce solvant, utilisé comme un ingrédient dans certains produits du quotidien (peintures, shampoings, nettoyants, crèmes solaires...), est une **alternative** aux ingrédients utilisés actuellement, majoritairement issus de la pétrochimie. GFB est la première au monde à développer ces produits à un coût accessible et à l'échelle commerciale.

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

En 2010, le **Département de l'Energie des États-Unis** a publié une étude sur les éléments constitutifs d'une société plus durable et a identifié l'acide lévulinique comme l'une des molécules chimiques les plus prometteuses pour l'avenir de l'industrie de la Chimie.

Les **biosolvants** de GFB, dérivés de l'acide lévulinique sont issus de déchets agricoles non alimentaires, et se caractérisent par leur performance, leur biodégradabilité, leur non-toxicité pour l'eau, et leur forte teneur en carbone biogénique (70-100%). Ils permettent de **réduire les émissions de CO₂, évitant jusqu'à 200 kt/an de CO₂**. Par ailleurs, ils répondent mieux aux exigences strictes des réglementations sur les produits chimiques imposées aux industriels, telles que celles de l'Union Européenne (REACH), qui visent à protéger la santé humaine et l'environnement.



Ces biosolvants sont une alternative plus durable aux produits actuellement utilisés dans de nombreux secteurs, dont l'agronomie, les peintures et revêtements, les encres, mastics, colles et adhésifs, les produits cosmétiques, les détergents, les parfums, les produits d'entretien, les films et emballages alimentaires...

Les clés pour comprendre

L'**acide lévulinique** est un composé organique (d'origine naturelle ou produit par synthèse) de la famille des cétoacides. Il se présente sous la forme d'un solide blanc cristallin, soluble dans l'eau, l'éthanol et l'éther.

Un **biosolvant** est un solvant issu de matières premières renouvelables d'origine végétale. Un solvant est une substance, souvent liquide, qui permet de dissoudre d'autres ingrédients.



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°7

T8I, Elastomères nouvelle génération issus d'articles de sport usagés THE 8 IMPACT

L'INNOVATION

THE 8 IMPACT est la **première entreprise deep-tech capable de recycler des baskets et des balles de tennis en fin de vie** en élastomères régénérés haute performance et substituables aux matériaux vierges. Sa technologie unique permet la régénération des matières et ainsi une meilleure durabilité des produits constitués de ces matières recyclées.

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



Chaque année, **750 000 tonnes de ces matériaux (baskets et balles de tennis) sont incinérées** en Europe et aux États-Unis. Ils peuvent désormais être détournés de l'incinération pour être transformés en matériaux durables de haute performance, grâce à THE 8 IMPACT et plus précisément à son utilisation de **l'intelligence artificielle (IA)**.

Au cœur de cette innovation, la chimie joue un rôle clé dans la transformation des matériaux : le procédé breveté de THE 8 IMPACT repose sur **la séparation complète** des éléments constitutifs de la basket ou des balles de tennis, mais aussi sur des réactions chimiques et des procédés thermomécaniques avancés permettant **la régénération et la réutilisation** des élastomères usagés, tout en restaurant leurs propriétés d'origine, sans recourir à l'eau ni à des agents chimiques. Cette régénération, bien plus pointue qu'un recyclage classique qui ne produit que des granulés à faible valeur ajoutée, s'appuie sur des techniques de **micronisation et de dévulcanisation** optimisées.

La **dévulcanisation** est un procédé qui permet d'inverser en partie la vulcanisation du caoutchouc, c'est-à-dire la création de ponts de soufre qui le rendent plus rigide et élastique. En cassant une partie de ces liaisons, le caoutchouc usagé retrouve son aspect de pâte et peut être réutilisé. La **micronisation** consiste à réduire la matière sous forme de poudre très fine. Cette technique a dû être optimisée par THE 8 IMPACT afin d'obtenir une poudre possédant une rugosité de surface importante, idéale pour un bon ancrage mécanique dans une matrice vierge, et une réactivité de surface importante grâce à une dévulcanisation de surface engendrée par le cisaillement lors du traitement.



Ces procédés sont essentiels pour recycler des objets en caoutchouc qui, autrement, seraient difficiles à valoriser. Par exemple, la semelle d'une basket en fin de vie peut être dévulcanisée ou micronisée (dépendamment des propriétés souhaitées ; intérêt de l'IA dans le choix), puis transformée en matière première et ainsi **redonner aux élastomères une qualité adaptée aux applications les plus exigeantes.**

Ces élastomères régénérés haute performance sont conformes aux **standards exigeants de l'industrie de la chaussure, de la plasturgie et de l'automobile.** Enfin, l'optimisation matière pilotée par l'IA (8TWIN) génère des formulations adaptatives, assurant une parité de coût avec les matières vierges tout en maintenant les performances.

Pour prendre l'exemple de l'industrie de la chaussure et un des projets réalisés en partenariat avec la **marque VEJA** ; THE 8 IMPACT a développé un patin de réparation à partir de leurs chaussures en fin de vie, régénérées puis réintégrées dans une matrice vierge. Cela a permis d'économiser 1 tonne de CO₂ équivalent par tonne de matière produite, pour une durabilité équivalente au cahier des charges des semelles VEJA classiques neuves.

THE 8 IMPACT est aujourd'hui la seule entreprise à proposer une **solution de recyclage des élastomères à la fois régénérative, industrialisable, et pilotée par l'IA.**

Les clés pour comprendre

Le terme **deep-tech** désigne les technologies qui s'appuient sur des découvertes scientifiques ou des avancées d'ingénierie significatives. Ces technologies sont généralement caractérisées par leur aspect hautement innovant, leur complexité, et souvent, une longue période de maturation avant de pouvoir être commercialisées. Les secteurs associés à la deep-tech englobent une variété de domaines (intelligence artificielle, biotechnologie...).



PROJET N°8

SLIPPS (Sustainable Liquid Phase Peptide Synthesis) StrainChem

L'INNOVATION

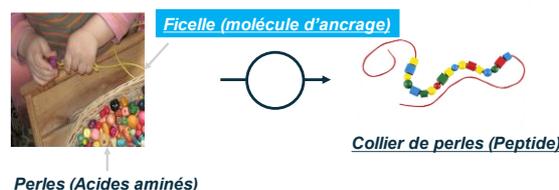
StrainChem a créé la **méthode SLIPPS**, une technologie innovante qui permet de fabriquer des **peptides** de façon plus simple, moins coûteuse et plus écologique. Cette technique utilise une grosse molécule appelée **polyisobutène (PIB)** comme support, qui est facile à trouver, peu chère, non toxique 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 ?

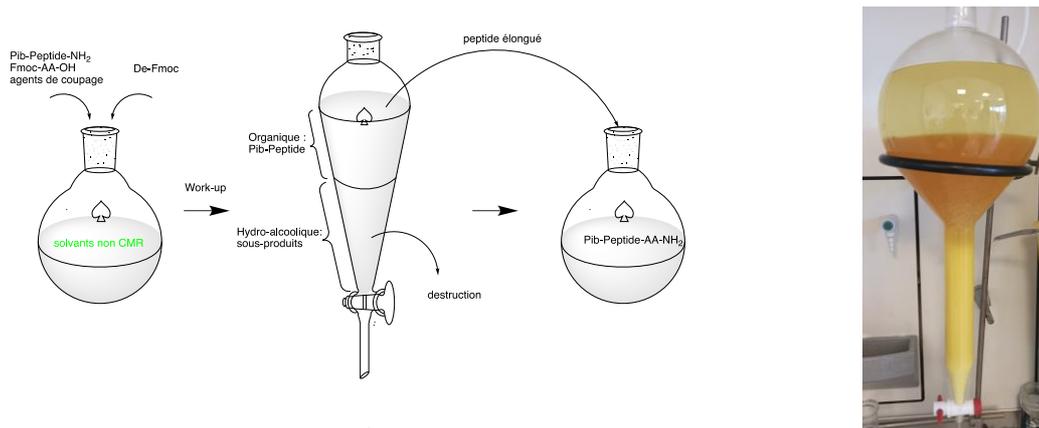
Les peptides sont des chaînes composées de petits éléments appelés acides aminés, liés les uns aux autres par des liaisons amides. On les retrouve particulièrement dans les **domaines pharmaceutiques et cosmétiques**. En 2022, le marché mondial des peptides thérapeutiques atteignait déjà 39 milliards 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 énones (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.

MINAKEM
Improving lives together

PROJET N°10

Recyclage chimique des PET complexes PETSHKA

L'INNOVATION

PETSHKA transforme les déchets de polyester en une nouvelle matière première appelée **polyol recyclé**. Cette approche limite l'usage des ressources fossiles (ex : pétrole) et aide à renforcer l'indépendance industrielle de la France. Elle propose une solution durable pour mieux gérer les déchets textiles et plastiques.

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

Aujourd'hui, dans le monde, seulement 9 % des plastiques finissent réellement recyclés. Le marché du **PET (polyéthylène téréphtalate)**, le polyester le plus courant, était évalué à 44,3 milliards de dollars en 2022 et pourrait atteindre 91,37 milliards de dollars d'ici 2030, avec une croissance d'environ 9,5 % par an. Le PET sert surtout à fabriquer des emballages (comme les bouteilles) et des textiles, parfois mélangés à d'autres matières comme le polyamide ou le polyuréthane.

En Europe, le PET est le polymère le plus recyclé (environ 50 % en 2022), malgré cela, seule une petite partie des déchets textiles (1 % des 180 000 tonnes en 2016) est recyclée. En général, le **recyclage mécanique** domine très largement (99 % du recyclage en Europe), car il manque aujourd'hui de bonnes méthodes pour bien séparer les différents types de plastiques.



Le **recyclage chimique** est particulièrement intéressant pour le PET, car sa structure permet de le décomposer facilement en composés d'intérêts, valorisables en polyols. Ces polyols sont ensuite utilisés dans de nombreux domaines : peintures, vernis, résines, élastomères, matériaux composites, mousses, etc.

PETSHKA innove avec son procédé avancé de dépolymérisation en conditions douces qui permet une transformation efficace du PET en matières premières réutilisables, notamment des dérivés du **BHET** (enlever sous forme cristalline), tout en préservant leur pureté. Cette technologie innovante garantit un rendement optimal, réduit la consommation d'énergie et d'eau, et limite l'empreinte environnementale du recyclage par rapport aux procédés conventionnels.

Grâce à une maîtrise complète de la chaîne de recyclage, de la collecte et caractérisation des textiles jusqu'à leur transformation en **polyol polyester**, PETSHKA optimise chaque étape du processus pour assurer une valorisation maximale des ressources.



En limitant l'incinération et l'enfouissement des textiles, PETSHKA **préserve les matières premières pour de nouveaux usages et réduit la pollution associée**. Cette approche ne se limite pas à une simple réduction de l'empreinte carbone, elle permet également de diminuer la consommation de ressources naturelles, d'améliorer la circularité des matériaux et d'offrir une alternative compétitive aux polyols traditionnels.

Les clés pour comprendre

Le **recyclage mécanique** est un procédé qui permet de transformer des déchets plastiques en nouveaux produits sans changer leur structure chimique. Les plastiques sont d'abord triés, lavés, puis broyés en petits morceaux appelés paillettes. Ces paillettes sont ensuite fondues et remodelées pour fabriquer de nouveaux objets. C'est une méthode couramment utilisée pour recycler des emballages ou des bouteilles. Elle permet de limiter l'utilisation de matières premières et de réduire les déchets.

Le **recyclage chimique** consiste à décomposer les plastiques usagés en leurs molécules de base grâce à des réactions chimiques. Contrairement au recyclage mécanique, il modifie la structure chimique des matériaux. Ces molécules peuvent ensuite être réutilisées pour fabriquer de nouveaux plastiques, identiques à ceux d'origine. Ce procédé permet de recycler des plastiques complexes ou sales, qui ne peuvent pas être traités mécaniquement. Il contribue ainsi à une économie circulaire plus efficace.

Le **BHET**, ou diméthyl téréphtalate, est une molécule utilisée dans la fabrication de certains plastiques, notamment le polyester (PET). Il peut être obtenu par recyclage chimique de déchets plastiques : on casse les chaînes du plastique pour retrouver cette molécule de base. Le BHET peut ensuite être purifié et réutilisé pour fabriquer de nouveaux plastiques ou matières premières. C'est une façon de donner une seconde vie aux matériaux tout en conservant leur qualité. Ce procédé permet d'atteindre des structures très proches de la matière d'origine.

Un **polyol polyester** est un composé chimique formé par la réaction entre un acide (souvent issu du pétrole ou du recyclage) et un alcool. Il contient plusieurs groupes hydroxyle ($-OH$), ce qui le rend réactif pour fabriquer d'autres matériaux, comme les polyuréthanes (mousses, isolants, colles, etc.). Lors du recyclage chimique, certains plastiques peuvent être transformés en polyols polyesters. Ces derniers servent ensuite à produire de nouveaux objets, prolongeant ainsi la vie des matériaux. C'est un intermédiaire clé dans la chimie des matériaux recyclés.



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.

