

La biotechnologie industrielle : clé pour une chimie durable

Aujourd'hui, on trouve sur le marché des aliments, des médicaments, voire des matières synthétiques qui sont le résultat de la biotechnologie moderne. Nous n'en avons pas toujours conscience car la biotechnologie est un mot qui reste sans écho pour la plupart d'entre nous. On retrouve surtout le terme "bio" dans le contexte de "l'agriculture biologique" ou dans des expressions telles que "fabriqué avec des substances bioactives" ou encore dans des substantifs tels que "le biogaz". Pourtant, tout cela ne concerne pas vraiment la biotechnologie proprement dite.

Même si le terme est relativement nouveau, la biotechnologie en tant que telle date de plusieurs siècles. Depuis des centaines d'années déjà, l'homme utilise des "trucs biologiques" (comme la levure) pour la fabrication de la bière, du pain, du fromage et du vin. C'est surtout à partir de la deuxième moitié du XXe siècle que l'homme a envisagé des moyens plus astucieux pour utiliser les constituants de la vie (bio) et les transformer de sa main (technologie).

*Entre-temps, l'évolution de ce domaine de connaissance est telle que l'on parle maintenant de **biotechnologie industrielle**.*

La biotechnologie industrielle se sert de cette toute nouvelle technologie pour la production industrielle, notamment de substances chimiques et de bioénergie. On peut citer comme exemples le plastique que l'on fabrique à partir du sucre ou le carburant pour voitures produit à partir de la betterave sucrière.

Les résultats sont très prometteurs et correspondent parfaitement au souci d'inscrire une chimie durable dans le cadre plus large du **développement durable**, qui vise à satisfaire les besoins d'aujourd'hui sans mettre en péril ceux des générations futures. Le respect de l'environnement, y compris des richesses naturelles, en constitue un élément important mais au même titre que les facteurs économiques et sociaux.

La biotechnologie industrielle se présente, à l'heure actuelle, comme un des instruments les plus importants qui va nous permettre de réaliser le développement durable dont nous rêvons. C'est grâce à une gestion correcte du domaine scientifi-

que en général et du monde des entreprises en particulier que cette activité pourra constituer en Belgique, un pôle de croissance économique majeur.

En bref

<i>Qu'entendons-nous par "biotechnologie" ?</i>	2
<i>La biotechnologie industrielle, pierre angulaire de la chimie durable</i>	3
<i>Qu'entend-on par développement durable ?</i>	4
<i>La biotechnologie industrielle en pratique</i>	5
<i>Santé et alimentation.</i>	6
<i>La fabrication de matières.</i>	7
<i>La biomasse</i>	7
<i>L'énergie verte.</i>	9
<i>L'avenir</i>	11
<i>Pour en savoir plus</i>	12

La biotechnologie, une définition

De manière tout à fait générale, on peut dire que la biotechnologie fait usage des fonctions biologiques d'organismes vivants pour des applications dans la médecine, l'agriculture, l'industrie et la protection de l'environnement.

Qu'entendons-nous exactement par "biotechnologie" ?

Le brassage de la bière, la production du vin et du fromage se basent sur l'utilisation de micro-organismes et de la biotechnologie. Les modes de préparation sont simples, certains d'entre eux renvoyant à la culture égyptienne antique. Il est clair que des progrès énormes ont été accomplis depuis lors.

L'amélioration classique des plantes

Les cultures actuelles telles que le blé, le maïs et les tomates sont également le résultat de la biotechnologie : elles n'ont rien de comparable avec les cultures dont elles dérivent. Des améliorations plus que séculaires ont permis d'aboutir à des cultures uniformes et à des rendements élevés.

Mendel et les lois de l'hérédité

On pourrait qualifier de "sauvages" les améliorations obtenues dans le passé, même si, déjà à l'époque, les spécialistes avaient conscience

du potentiel de modification des propriétés des cultures par croisements de variétés. C'est en 1865 que le moine Gregor Mendel a découvert le mode de transmission de caractéristiques particulières d'une génération à l'autre. De cette manière, l'homme a été en mesure d'appréhender de manière plus ciblée le matériel génétique des animaux et des plantes.



L'ADN et la cartographie du génome

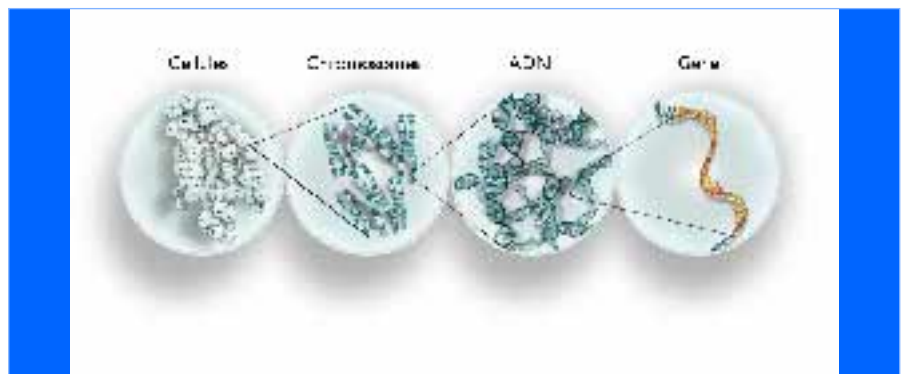
Depuis la découverte des lois de l'hérédité, les scientifiques n'ont pas ménagé leurs efforts pour recher-

cher les secrets de la vie. En 1953, James Watson et Francis Crick ont établi les bases de la biotechnologie moderne. Ils ont mis au jour la structure du support du matériel génétique : l'ADN. Depuis lors, la recherche biotechnologique n'a cessé de s'accélérer. L'élaboration de la carte génétique de l'être humain en l'an 2000 en est un des points culminants les plus récents.

Pourquoi la biotechnologie est-elle importante ?

La biotechnologie a trait à la façon dont nous utilisons des micro-organismes, des cellules végétales et animales, dans le but de fabriquer ou de modifier des produits, d'améliorer des

plantes ou des animaux ou encore de développer des micro-organismes (des bactéries, des champignons et des levures) à des fins spécifiques. En résumé, le but de la biotechnologie est de fabriquer des produits utiles, que l'industrie classique ne peut fournir de manière aussi rentable ou n'est tout simple-



L'ADN est enroulé dans les chromosomes du noyau de la cellule. Chaque cellule d'un être vivant contient donc son code génétique complet

La biotechnologie : du classique au moderne

La **biotechnologie classique** se réfère aux techniques traditionnelles pour l'élevage d'animaux et la culture de plantes ou pour la fabrication du pain, du fromage, du vin ou de la bière, à l'aide de bactéries, de levure et de champignons.

La **biotechnologie moderne** ou la **technologie génétique** fait franchir à ces techniques une étape supplémentaire. Elle adapte les propriétés des micro-organismes, des plantes et des animaux, en agissant directement sur l'ADN (acide désoxyribonucléique). L'ADN est le vecteur qui se trouve à la base de toutes les caractéristiques d'un organisme. De cette manière, on peut faire en sorte que des organismes fabriquent des substances qu'ils sont normalement incapables de produire.

ment pas à même de procurer. La biotechnologie peut également viser une réduction de la consommation d'énergie ou un recyclage plus aisé. Même si parfois la qualité du produit fini est comparable, la fabrication biologique est de meilleure qualité, moins coûteuse et plus respectueuse de l'environnement que la fabrication classique. Le nombre d'applications biotechnologiques ne cesse d'augmenter. Tandis que l'alimentation reste un domaine d'application privilégié, les soins de santé, l'énergie en général et même les

matières synthétiques font l'objet de nombreuses recherches en biotechnologie.

Par conséquent...

Même si l'on applique les techniques de la biotechnologie depuis déjà des centaines d'années, la biotechnologie moderne est encore très jeune. Cinquante ans seulement nous séparent de l'année 1953 qui l'a vu naître. Et pourtant, au cours de ces années, le nombre

de ses applications a tellement augmenté qu'il est devenu incalculable.

La biotechnologie industrielle, pierre angulaire de la chimie durable

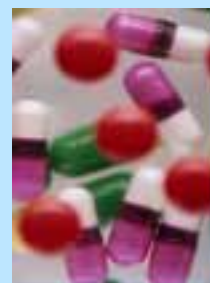
Fabriquer produits chimiques ou de la bioénergie à l'échelle industrielle en passant par la biotechnologie ? C'est précisément ce que réalise la biotechnologie industrielle ou "biotechnologie blanche". En travaillant avec des cellules vivantes et avec leurs enzymes, la biotechnologie blanche garantit des processus plus propres, des déchets moins nombreux et une consommation d'énergie inférieure.

C'est ce qu'on appelle la chimie durable et son importance pour le

Les biotechnologies rouge, verte et blanche

Vu ses nombreuses applications, la biotechnologie s'est transformée en un domaine industriel étendu. Les différents domaines d'application sont respectivement symbolisés par une couleur.

La **biotechnologie rouge** concerne les applications en **médecine** (médicaments, diagnostics pour la détection des maladies, vaccins à des fins d'inoculation, anticorps, thérapie génique...).



La **biotechnologie verte** trouve ses domaines d'application dans l'**agriculture** et dans l'**alimentation**.



La **biotechnologie blanche** ou **industrielle**, relativement nouvelle, a pour objet la production et les processus à l'échelle industrielle, ainsi que l'utilisation de la biomasse comme matière première renouvelable.



développement durable ne peut être sousestimée.

La biotechnologie industrielle ne prétend rien moins que de devenir une alternative à la production industrielle classique. Il s'agit d'une nouvelle approche qui a pour objectif des produits au moins aussi valables obtenus par des procédés plus propres produisant plus de déchets biodégradables. L'avantage majeur lié à la biotechnologie industrielle réside peut-être dans l'utilisation de matières premières vivantes renouvelables. Cette biomasse (voir l'encadré) représente une alternative aux

combustibles fossiles qui ne sont pas inépuisables. Parmi les avantages importants, citons une réduction des déchets, une diminution de la consommation d'eau et d'énergie, un abaissement du coût des processus de production, etc.

Un levier dans le développement durable

Les avantages d'un passage par la biotechnologie industrielle sur la voie du développement durable frappent l'imagination. Les matières

premières vivantes - c'est-à-dire renouvelables - telles que le bois, le maïs, les graminées, les déchets organiques, etc., non seulement remplacent les combustibles fossiles limités que sont le pétrole, le gaz et le charbon, mais encore respectent plus l'environnement. Les agriculteurs sont ainsi en mesure d'utiliser d'une manière optimale un sol qui se fait rare. Ces techniques de production alternatives ménagent beaucoup l'environnement que les procédés classiques.

Qu'entend-on par développement durable ?

" Le développement durable doit satisfaire les besoins d'aujourd'hui sans mettre en danger les capacités des générations futures à satisfaire leurs propres besoins. " (Rapport Brundtland " Our Common Future " (notre avenir commun), rédigé en 1987 à la demande des Nations Unies).

Aux environs de 2050, à peu près 10 milliards d'êtres humains vivront sur la terre. Si tous ces êtres adoptent le modèle de consommation occidentale, alors cette même terre va se retrouver exsangue. La majorité des scientifiques sont d'avis que notre planète ne dispose pas d'une force suffisante pour supporter les besoins en nourriture d'un nombre aussi élevé de consommateurs et pour satisfaire auxdits besoins. Le développement durable se veut une réponse à cette menace. L'espoir

que véhicule le concept tient en une phrase : " nous ne sommes pas tenus d'emprunter une telle voie ", à condition de collaborer les uns avec les autres et d'être prêts à accepter des changements parfois extrêmes.

En effet, les objectifs se veulent ambitieux : diminuer de manière drastique les émissions et la consommation d'énergie, ménager les matières premières fossiles limitées, utiliser de manière optimale les terres agricoles qui se raréfient...

De plus, contrairement à ce que l'on pense parfois, le développement durable va au-delà de la problématique environnementale : le développement durable veut créer un équilibre harmonieux entre le **développement économique**, le **maintien des écosystèmes** et

l'amélioration de la qualité de vie ; elle souhaite également que la distribution des richesses naturelles se déroule dans un esprit d'égalité sociale.

Mission difficile s'il en est ! Il est bien certain que nous ne pourrons jamais parvenir à un développement durable si l'on se restreint au cadre des technologies classiques : on a vraiment besoin d'une approche nouvelle et originale. C'est la voie qu'ouvre la biotechnologie industrielle !





Une étude comparative

Il y a peu, l'institut indépendant Öko en Allemagne a réalisé une étude comparative qui reprend six exemples d'applications de la biotechnologie blanche. L'institut a comparé ces applications aux modes de production traditionnels et les recherches ont porté tant sur une série d'aspects environnementaux que sur les coûts (faisabilité économique). Consommation d'énergie, matières premières, émissions (surtout du dioxyde de carbone), utilisation de la terre et aspects de toxicité ont été visés par la comparaison.

En résumé, il s'avère que pour la plupart des points envisagés, les six techniques basées sur la biotechnologie, non seulement n'obtiennent nulle part des scores moins favorables, mais encore sont beaucoup plus efficaces que les modes de production classiques. La consommation des matières premières et l'émission de dioxyde de carbone sont généralement réduites, la consommation d'énergie

est plus rentable et les processus de production basés sur la biotechnologie sont presque toujours moins coûteux. En d'autres termes, la biotechnologie blanche a un impact positif, que ce soit sur l'environnement ou sur l'économie.

L'industrie, acteur de la solution

Malgré les nombreuses critiques adressées à l'industrie et, de plus en plus souvent, à la science elle-même, c'est là que se situe la solution pour la mise en oeuvre d'un développement durable. La biotechnologie moderne constitue sans aucun doute un vecteur essentiel pour une chimie durable.

La biotechnologie industrielle en pratique

La biotechnologie blanche ou industrielle est en marche grâce aux

techniques génétiques récemment mises au point.

Dans la nature, ce sont les enzymes qui digèrent les matières et qui font office de catalyseurs dans certaines réactions : elles accélèrent des réactions définies, elles permettent de réaliser ces dernières à des températures inférieures ; elles permettent aussi d'en augmenter le rendement.

La biotechnologie industrielle utilise les enzymes pour la fabrication de produits chimiques, dans l'industrie minière, dans la fabrication de la pâte à papier et du papier lui-même, dans le domaine des aliments et des biens de consommation.

La plupart du temps, la biotechnologie blanche ou industrielle part de la biomasse à titre de matière première renouvelable et utilise - d'une manière contrôlée - des systèmes microbiologiques pour transformer la biomasse et obtenir le résultat final désiré.

Ces processus biologiques sont, dans la plupart des cas, plus pertinents que les processus traditionnels : ils utilisent moins d'eau, de matières premières ou d'énergie ou bien ils procurent une combinaison de ces différents avantages. Les déchets dangereux sont moins nombreux et/ou jouissent d'une meilleure biodégradabilité.

L'application de matières premières renouvelables en remplacement des matières premières fossiles limitées pour notre approvisionnement en énergie occupe une place à part dans la biotechnologie industrielle. En outre, ces processus biotechnologiques sont souvent plus rentables. Dans ce chapitre, nous



Moyennant quelques adaptations de leur caractéristiques génétiques, certaines bactéries sont capables de générer des substances actives pour médicaments!

aborderons quelques exemples de la biotechnologie industrielle dans différents domaines d'application.

Santé et alimentation

C'est dans le secteur pharmaceutique et de la chimie fine que l'on trouve la majeure partie des applications de la biotechnologie industrielle, même si ce domaine d'application est encore en plein boom technologique.

L'industrie pharmaceutique utilise de plus en plus des enzymes ou des micro-organismes pour mettre en oeuvre des réactions qui, dans l'espace, se déroulent de la manière souhaitée (c'est ce que l'on appelle "la stéréospécificité").

En effet, un grand nombre de produits possèdent des images spéculaires, à la manière de nos mains droite et gauche, mais seule une des formes spatiales possède une activité biologique. Grâce à cette

technique, on obtient des produits finis spécifiques et seulement des quantités mineures de sous-produits non désirés.

Manger sucré sans grossir

L'aspartame est un édulcorant synthétique qui est 200 fois plus sucré que le sucre. On l'utilise dans un très grand nombre d'aliments, notamment dans les boissons fraîches de type "light"

sans sucre. Auparavant, on fabriquait l'aspartame exclusivement en passant par une synthèse chimique, mais cette façon de faire a changé. Depuis un certain temps, la production se base très nettement sur la biotechnologie industrielle.

C'est ainsi que l'on produit les constituants les plus importants de l'aspartame, la L-phénylalanine et l'acide L-aspartique par fermentation et par biocatalyse.

L'incontournable vitamine B3

La vitamine B2 est un passage obligé pour la transformation des hydrates de carbone en énergie. Une carence en vitamine B2 peut engendrer un retard de croissance, une apathie, des céphalées. Traditionnellement, on produit cette vitamine en recourant à un processus chimique complexe qui comprend huit étapes.

La nouvelle méthode biotechnologique réduit ce nombre d'étapes à une seule. Cette étape unique est un processus de fermentation par lequel on met la matière de base en présence d'un micro-organisme, c'est-à-dire un champignon qui la transforme pour donner le produit final. La vitamine B2 est disponible directement à partir du processus sous la forme de cristaux de couleur jaune. Ce nouveau procédé biotechnologique est moins coûteux et diminue de 40 % l'impact global sur l'environnement.

Grâce à de petits "sauveteurs", on obtient des antibiotiques

Les antibiotiques représentent un des produits chimiques fins les plus importants - le marché est évalué à environ 20 milliards d'euros. La plupart du temps, la production des antibiotiques passe par deux étapes.

D'abord, la préparation du produit de base à l'aide d'un micro-organisme par fermentation ; ensuite, la transformation chimique. Pour cette raison, le procédé est qualifié de "semi-synthétique".

À présent, on est en mesure de modifier génétiquement le micro-organisme à un point tel que le processus de production se déroule dans sa totalité dans le cadre de la biotechnologie. L'antibiotique céphalexine illustre bien cette évolution: on le produit déjà depuis quelques années à l'échelle industrielle. Auparavant, une multitude d'étapes regroupées dans un processus complexe. Par la technique metabo-

lic pathway engineering, le micro-organisme est en mesure de procurer le produit final en une seule et même fermentation. Autres avantages : le processus biotechnologique se déroule dans des milieux aqueux, produit moins de déchets et a besoin de moins d'énergie et de moins de matières premières.

La fabrication de matières

L'industrie chimique utilise de plus en plus des constituants renouvelables pour la fabrication de matières synthétiques et de produits de base. Des matières premières à base de sucre, de

maïs, de bois, de colza, etc. prennent la place de celles à base de pétrole et de gaz. Un avantage supplémentaire concerne l'amélioration de la biodégradabilité : les déchets non recyclés "disparaissent" plus rapidement dans la nature par décomposition naturelle.

L'atout des produits chimiques de base

Dans l'industrie chimique classique, on part toujours de matières premières de base telles que le pétrole ou le gaz. Celles-ci sont alors transformées en passant par toute une série d'étapes intermédiaires pour obtenir des quantités de produits chimiques utiles. Partons d'un

exemple bien connu comme le nylon. Sa fabrication nécessite plusieurs étapes successives, au cours desquelles de grandes quantités de produits chimiques sont utilisées. Ces produits sont appelés "produits chimiques de base". C'est précisément au niveau de ces produits chimiques de base que la biotechnologie a déjà remporté bon nombre de succès. Ainsi, on peut citer des esters et des éthers cellulose, l'éthanol (l'alcool "ordinaire"), le sorbitol et l'acide citrique. Il s'agit de produits chimiques de base que l'on peut maintenant fabriquer, pour une grande part, à partir de matières végétales.

La biomasse

On utilise le terme biomasse pour désigner la somme de toutes les matières organiques qui composent le monde vivant. La production annuelle de biomasse sur notre planète est estimée à 170 milliards de tonnes par an. Elle est constituée, pour 75 %, par des hydrates de carbone (les sucres), pour 20 %, par de la lignine (ce liant entre les fibres de cellulose qui confère au bois sa rigidité) et pour 5 %, par d'autres substances telles que des huiles, des graisses, des protéines... À l'heure actuelle, on utilise à peine 6 milliards de tonnes (3,5 %) de la production de biomasse pour les besoins humains : 3,7 milliards de tonnes pour l'alimentation humaine, éventuellement via l'élevage comme étape intermédiaire ; 2 milliards de tonnes de bois pour les besoins humains dans le domaine de l'énergie, de la fabrication du papier et de la construction ; et 300 millions de tonnes pour les besoins humains en matières premières techniques (non alimentaires) tels que les besoins en habillement, en détergents, en produits chimiques... Le reste de la production de biomasse est utilisé dans les écosystèmes naturels (les bêtes sauvages doivent aussi manger), se perd au cours de l'exploitation de la biomasse pour l'humanité (surtout par la combustion) ou disparaît via des processus de décomposition naturels. Cette biomasse disponible peut être transformée à l'échelle industrielle via une gamme de diverses technologies pour obtenir des matières premières, des produits utiles ou de l'énergie...



Les solvants biologiques ont de l'avenir

Les solvants représentent des adjuvants très importants dans l'industrie chimique. L'éthanol, l'alcool classique, représente un tel solvant : il est utilisé à large échelle étant donné sa grande disponibilité, sa pureté très élevée, son faible coût, son absence de toxicité et sa parfaite biodégradabilité.

À l'heure actuelle, l'éthanol est produit, dans le monde entier, à concurrence de plus de 90 % par fermentation du sucre ou du glucose, c'est-à-dire par voie biotechnologique. En 2002, la production mondiale n'atteignait pas moins de 26 millions de tonnes, avec une utilisation répartie comme suit : 63 % comme biocombustible, 12 % pour des denrées et des boissons servant à l'alimentation humaine et 25 % pour le secteur de la chimie.

Le sucre devient une matière synthétique

De manière traditionnelle, les matières synthétiques sont préparées à partir de matières premières fossiles (pétrole, gaz, etc.) dont les réserves ne sont pas illimitées. Toutefois, on n'utilise environ que 4 % des combustibles fossiles pour la fabrication de matières synthétiques, le reste est tout simplement brûlé !

Pourtant, il est possible aussi de fabriquer des matières plastiques déterminées via la biotechnologie blanche, en se basant sur des sources renouvelables. L'acide polylactique en est un exemple. À partir de l'acide en question, on peut préparer une matière synthétique parfaitement biocompati-

ble avec laquelle on peut fabriquer de l'os synthétique pour la réparation des fractures. Du fil chirurgical et des artères artificielles peuvent également être réalisés de la sorte.

Les sources pour les matières bioplastiques sont par exemple les betteraves, le sucre de betterave, les pommes de terre ou le maïs. Via une ou plusieurs étapes intermédiaires (fermentation, fabrication de l'acide lactique, purification...), on obtient les composants de base (autrement dit, les monomères).

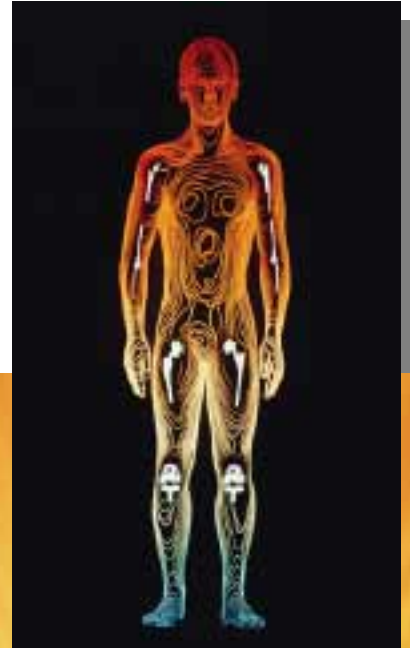
Aujourd'hui, la biotechnologie industrielle n'intervient que lors de la synthèse des constituants monomères de la matière synthétique. Ces constituants sont alors transformés en matières synthétiques via une polymérisation classique (chimique). Les premières substances biosynthétiques sont déjà sur le marché : on les trouve dans le domaine de l'habillement, des matières d'emballage, et même sous la forme de composants d'appareils électroniques.

Les résultats sont frappants : à l'heure actuelle, cette production biotechnologique permet d'épargner le prélèvement de matières premières fossiles à concurrence de 25 à 50 %. En outre, un certain nombre de ces matières synthétiques sont biodégradables.

Ces matières synthétiques produites via la biotechnologie font déjà figure de concurrent dans des applications liées à certains créneaux.

Les enzymes et le textile

Dans la production du textile, les particules non cellulosiques de couleur marron doivent être éliminées du coton. Le processus classique utilise



L'acide polylactique, obtenu par voie biotechnologique, nous permet de fabriquer une matière plastique, parfaitement compatible avec le corps, pour la réparation des fractures.

à cet effet des solutions chimiques relativement corrosives. Grâce à l'incorporation d'enzymes, on diminue la quantité des produits chimiques mordants dans l'eau et on obtient une économie d'énergie de 20 %.

Un autre exemple de biotextile est l'acrylamide. Depuis un certain temps, une entreprise japonaise produit cet acrylamide à partir d'acrylonitrile à l'aide d'une enzyme, la " nitrilehydratase ", qui a fait l'objet d'un trai-

tement spécial : ce faisant, elle privilégie l'approche biotechnologique. L'acrylamide est ensuite soumis à une polymérisation pour obtenir le polyacrylamide synthétique classique.

Ce processus représente une des premières applications d'enzymes à grande échelle dans l'industrie chimique. Il remplace le processus de production traditionnel qui travaille avec de l'acide sulfurique et des catalyseurs inorganiques. Le processus enzymatique offre des avantages importants par rapport à l'alternative chimique. On obtient un rendement supérieur, on a besoin de moins d'énergie et on diminue la production de dioxyde de carbone.

L'énergie verte

Les matières premières fossiles telles que le pétrole, le gaz naturel, la lignite et le charbon représentent toujours quelque 85 % des besoins en énergie de l'humanité. La Belgique fait exception dans le sens où son parc d'énergie atomique produit environ 60 % de son électricité.

Un grand nombre d'effets environnementaux négatifs, en particulier le renforcement de l'effet de serre, viennent se greffer sur la "finitude" des matières premières fossiles. Plus que jamais, on recherche et on expérimente des sources d'énergie alternative : la force hydraulique, l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie des marées, les cellules à combustibles... chacune avec ses avantages et ses inconvénients.

Ici aussi, l'énergie issue de la biomasse (voir l'encadré) et la biotechnologie peuvent jouer un rôle, aussi bien lors de la production de la biomasse que lors de la conversion de celle-ci en vecteurs d'énergie utilisables.

C'est surtout ce dernier élément qui est important. Plus précisément, il existe différentes façons d'utiliser de manière utile l'énergie que renferme la biomasse : faire pousser des arbres pour ensuite les découper en bûches que l'on fera brûler dans le poêle en est une. Toutefois, l'acheminement et le stockage des bûches ne sont pas toujours choses aisées et la plupart des poêles à bois domestiques sont tout sauf écologiques !

Autre possibilité : transformer, à l'aide de la biotechnologie industrielle, la biomasse en combustibles utilisables étant donné que la valeur (économique et écologique) d'un combustible n'est pas seulement déterminée par sa teneur en énergie ; elle l'est tout autant par la forme physique et par la facilité d'utilisation de ce combustible.

De la plante au gaz

Le gaz est très écologique et peut être brûlé en respectant tout à fait l'environnement. Le gaz qui nous réchauffe est d'origine fossile (gaz naturel ou LPG, un dérivé du pétrole). Il en va de même pour la plupart des centrales électriques à turbines à gaz.

Toutefois, on peut également brûler du biogaz qui est fabriqué avec des processus thermochimiques ou biologiques.

Un **processus thermochimique** fait appel à la combustion, à la gazéification ou au chauffage à haute température pour obtenir du gaz de chauffage à partir de la biomasse (ainsi que d'autres produits utiles). Un **processus biologique** utilise la fermentation ou fait appel à de la levure pour fabriquer du biogaz, la plupart du temps à partir d'une matière végétale.

Matières premières renouvelables

La question majeure qui se pose en l'occurrence est la suivante : où peut-on se procurer une quantité suffisante de biomasse pour mettre en oeuvre ce type de fabrication ? Là encore, des progrès ont été réalisés. C'est ainsi qu'il existe des taillis dans lesquels on fait pousser

A partir de biomasse, une matière première renouvelable, nous pouvons fabriquer des combustibles, des solvants, des produits chimiques utiles et même des fibres synthétiques





des types de bois à croissance rapide, tels que le saule et le peuplier.

Ce bois de cycle court est spécifiquement cultivé pour la production de chaleur, d'électricité ou de biogaz. Après la récolte, il peut être transformé en copeaux de bois ou en rognures avant d'être soumis à une combustion, à une gazéification ou à une fermentation, seul ou ensemble avec des sous-produits d'origine végétale ou animale. A l'avenir, on attend beaucoup des cultures énergétiques spécifiques de ce type.

Le recyclage

L'élément intéressant lié à cette production alternative de gaz est que l'on peut également réutiliser ce que l'on considèrerait auparavant comme des déchets. A cet égard, on peut citer les produits putresci-

bles faisant l'objet d'une récolte spécifique, mais également aux déchets issus des ateliers de menuiserie ou de l'industrie des panneaux agglomérés. Le bois peut se présenter sous la forme de blocs, de boulettes ou de lignine ; il s'agit donc de déchets qui se transforment ainsi en un produit résiduel utile.

Rouler aux betteraves sucrières

En principe, on pourrait faire rouler un véhicule automobile au bois de chauffage - ce mode de locomotion a réellement été utilisé lors de la deuxième guerre mondiale -, mais ce serait tout à fait inefficace et peu pratique. Toutefois, il existe une manière de faire rouler un véhicule à partir d'une matière considérée à



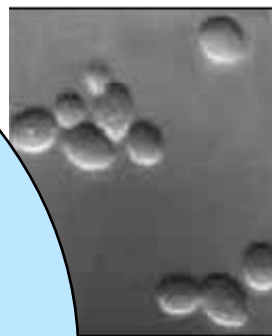
La biotechnologie nous permet de mieux évoluer vers un développement durable.

l'origine comme étant du bois (ou d'autres plantes), mais en empruntant un détour.

La production de bio-éthanol à base de betterave sucrière par exemple fournit un combustible pour moteur, qui est compact, transportable et écologique. On peut mélanger cet éthanol avec de l'essence normale et l'utiliser sans problème, sans devoir modifier le

Fermentation et bio raffineries

Dans les processus biotechnologiques industriels, la fermentation occupe une place de choix comme technique de transformation. Des micro-organismes (des bactéries, des levures et des champignons) transforment les matières de base telles que les sucres et les huiles en une gamme pratiquement illimitée de produits. La chaîne complète des différentes étapes opératoires fait usage de technologies très différentes. Il n'est pas rare de rencontrer déjà toutes ces étapes intégrées dans un seul et même complexe industriel : dans ce cadre, on parle également de bio raffineries.



Levure



Fermentation

moteur. En outre, au même titre que l'essence et le diesel, le bio-éthanol peut être disponible via des stations de distribution. Ainsi, au Brésil, un grand nombre de véhicules automobiles utilisent comme carburant un mélange éthanol-essence.

L'avenir

La biotechnologie industrielle est très importante dans notre marche vers une chimie durable. Le passage à des matières premières renouvelables à partir de la biomasse semble inéluctable. Un jour, les réserves en gaz et en pétrole seront à sec.

On va également fabriquer, de plus en plus, des produits à l'aide de micro-organismes au lieu d'utiliser des synthèses chimiques compliquées : les avantages obtenus, au même titre que la nécessité d'un tel virage sont de plus en plus manifestes.

Au fur et à mesure de l'avancement de nos connaissances, il devient plus intéressant - également du point de vue économique - de privilégier des solutions biotechnologiques.

C'est pourquoi le secteur de la chimie classique se penche de plus en plus sur la biotechnologie. Le renforcement de l'effet de serre, les réserves de combustibles fossiles qui s'amenuisent, des technologies propres et le souhait d'une biodégradabilité des produits industriels sont autant de bonnes raisons pour le faire.

BelgoBiotech

Créée en 1992, la section BelgoBiotech regroupe les entreprises membres de Fedichem et les entreprises associées qui mettent en oeuvre des procédés biotechnologiques. BelgoBiotech a pour objectif:

- d'assurer le suivi des travaux législatifs, réglementaires et normatifs en matière de biotechnologie,
- de transmettre aux entreprises l'information demandée et de diffuser des données sur le secteur,
- de faire connaître leur position auprès des autorités et du public.

BelgoBiotech intervient dans les domaines de la sécurité, de la protection de l'environnement, de la protection juridique des inventions biotechnologiques, de la mise sur le marché des produits issus de procédés biotechnologiques et rassemble des informations scientifiques en la matière.

L'industrie des biotechnologies a aussi la responsabilité d'encourager, par la concertation, une meilleure compréhension mutuelle des préoccupations éthiques liées aux biotechnologies. Ces préoccupations concernent les aspects culturels ou éthiques liés aux biotechnologies, l'impact éventuel de ces dernières sur l'environnement et le fonctionnement adéquat du système législatif et réglementaire.

**Contact: Dirk Carrez, Secrétaire général BelgoBiotech,
Square Marie-Louise 49, B - 1000 Bruxelles
Tél.: +32 (0)2 238 98 47, fax: +32 (0)2 231 13 01
E-mail: dcarrez@fedichem.be
Visitez-nous sur le Web: www.belgobiotech.be**



Un grand nombre de techniques biotechnologiques prometteuses ne sont pas encore arrivées au stade de la mise en oeuvre industrielle: elles se trouvent toujours à l'état embryonnaire - c'est-à-dire non rentable. Mais laissons leur le temps de croître et de se développer.

Grâce à une réglementation adaptée du domaine scientifique en général et du monde des entreprises en particulier, les autorités peuvent jouer un rôle de stimulant dans ce contexte.

Les sociétés et les universités peuvent collaborer (en créant des synergies) et échanger des idées et des connaissances...

Non seulement notre environnement et nos réserves de matières premières fossiles trouveront leur compte dans la biotechnologie, mais encore **cette activité fera, à terme, partie des pôles de croissance économique les plus importants, ce qui va nous permettre de nous rapprocher un peu plus du développement durable.** ■

Sits Web Educatifs sur la biotechnologie

- BelgoBiotech -
www.belgobiotech.be
- Europabio
www.europabio.org
- Industrial sustainability through biotechnology
<http://strategis.ic.gc.ca/SSG/bo01547e.html>
- The US national biobased products and bioenergy web site
<http://www.bioproducts-bioenergy.gov/>
- OESO - The application of biotechnology to industrial sustainability
<http://www1.oecd.org/publications/e-book/9301061e.pdf>
- BIO - Industrial and environmental biotechnology
<http://www.bio.org/ind/>
- Green plastics
<http://greenplastics.com/>
- Valorisation de la biomasse (Belgique)
<http://www.valbiom.be/>
- Biopolymeer-net
<http://product.biopolymer.net/>
- BioMatNet: Biological Materials for non-food Products
<http://www.nf-2000.org/>
- The primary European portal for chemicals from biomass
<http://www.industrialcrops.eu.com/>
- The European Biomass Association
<http://www.agro.ucl.ac.be/aebiom/>
- The Association of manufacturers of Fermentation Enzyme Products
<http://www.amfep.org/>
- The use of enzymes in the industry
http://www.enzymes.co.uk/Information_enzymes_industry.htm
- The bio-energy information network
<http://bioenergy.ornl.gov/>
- ERRMA: European renewable resources and materials association
<http://www.errma.com/>



L'industrie chimique en Belgique a souscrit au "Responsible Care", un engagement de gestion responsable en matière de protection de l'environnement, de la santé et de la sécurité.

la chimie et vous

Déjà publiés et encore disponibles:

10. Responsible Care: un engagement qui donne des résultats
11. Les matières plastiques : irremplaçables
12. Protéger les plantes, c'est aussi protéger les hommes
13. Vivre sans risques ?
14. La chimie et les risques
15. Le chlore : un élément vital
16. Dioxine et environnement : faits, fables, questions
17. Belgique, Port d'attache de la chimie
18. Biotechnologies : de nouvelles réponses à de nouveaux défis

Tous ces numéros sont téléchargeables sur le site www.fedichem.be (rubrique "publications")

"la chimie et vous" veut contribuer à l'approche rationnelle et scientifique des problèmes. "La chimie et vous" est une excellente source d'information pour les journalistes, les enseignants, les politiciens et pour quiconque désire se faire une idée plus complète des questions traitées.

La reprise de textes, en parties ou en entier, est autorisée. Nous vous demandons cependant de bien vouloir mentionner la source et de nous faire parvenir un justificatif.

"la chimie et vous" est publiée régulièrement et est envoyée gratuitement aux intéressés. Si vous désirez voir figurer votre nom dans notre mailing ou obtenir des exemplaires supplémentaires, il suffit de nous écrire :

**Fedichem
Communication & Advocacy
Square Marie-Louise 49
1000 Bruxelles.**

E-mail: info@fedichem.be

Fax 02 231 01 47

www.fedichem.be