Accès et partage des avantages
Points clés pour décideurs de politiques

Biotechnologie Industrielle

THE ABS CAPACITY DEVELOPMENT INITIATIVE

People and Plants international

University of Cape Town · iYunivesithi yaseKapa · Universiteit van Kaapstad

Sarah A. Laird

Novembre 2015

RÉSUMÉ DES POINTS CLÉS

QU'EST-CE QUE LA BIOTECHNOLOGIE ?

La biotechnologie comprend un large éventail de technologies et d'activités en constante évolution. De nos jours, on la retrouve dans la plupart des secteurs commerciaux. Elle se divise en trois domaines principaux : soins de santé, agriculture et biotechnologie industrielle.

La biotechnologie industrielle connaît une croissance fulgurante en raison des progrès de la science et de la technologie, des préoccupations climatiques, de la sécurité énergétique et de l'intérêt grandissant dans des processus de fabrication plus efficaces qui consomment moins d'énergie, produisent moins de déchets et donnent naissance à des produits plus purs.

MARCHÉS, ENTREPRISES ET PRODUITS

Même si de nos jours la biotechnologie industrielle est utilisée dans pratiquement tous les secteurs industriels, elle reste néanmoins en grande partie invisible aux yeux du consommateur moyen. Elle se cache dans les produits chimiques, les plastiques, la nourriture et l'alimentation, les détergents, la papeterie, l'électronique, les voitures, les emballages, les produits ménagers, les cosmétiques, les produits d'hygiène, les textiles, la biocatalyse, la bioénergie…

Les produits industriels issus des biotechnologies vont du simple produit grande consommation aux produits chimiques sophistiqués en passant par les produits de faible valeur ajoutée tels que les biocombustibles, les produits chimiques intermédiaires, les bioplastiques mais aussi les cosmétiques et les parfums, sans oublier les produits pharmaceutiques de valeur ajoutée élevée ainsi que les produits chimiques fins.

La plupart des produits industriels issus des biotechnologies prennent 2 à 5 ans de développement avant de pouvoir être commercialisés, soit, beaucoup moins de temps qu'un produit pharmaceutique dont le développement prend 10 à 15 ans. Leur développement revient également moins cher et exige moins d'essais pour assurer la sécurité et l'efficacité. Les produits industriels issus des biotechnologies produisent de plus faibles revenus, en moyenne, entre 10 et 200 millions de dollars, mais les sociétés peuvent vendre leurs produits par centaines.

La biotechnologie industrielle a reçu un fort appui de la part des gouvernements tant aux États-Unis qu'en Europe, au Canada, en Chine, en Inde, au Japon, au Brésil et en Malaisie, au travers de mesures incitatives. L'investissement privé dans ce secteur a aussi fortement augmenté ces dernières années.

Les entreprises de biotechnologie industrielle font partie de réseaux complexes et globaux de partenariat, d'investissement et de collaboration. Elles incluent des entreprises de toute taille, un large éventail de secteurs mais aussi des instituts de recherche et des organismes gouvernementaux.

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

La plupart des entreprises accèdent au matériel au travers de collections internes ou externes, de milliers de séquences génétiques disponibles dans le domaine public ou de collections maison. Elles sont peu nombreuses à chercher leurs collections à l'étranger.

Les collections d'outre-mer ont tendance à se concentrer sur des régions où la diversité des espèces est élevée, des milieux et des niches écologiques uniques. Les entreprises cherchent des organismes susceptibles de résister à des conditions similaires à celles qui règnent dans la transformation industrielle.

La biotechnologie industrielle transforme les micro-organismes en « usines » biologiques ou microbiennes. Les micro-organismes sont modifiés génétiquement, mais les produits finis eux-mêmes ne le sont pas.

Dans le secteur de la biotechnologie, les budgets de recherche et développement ont sensiblement augmenté en progressant de 20 % par an.

Les progrès de la science et de la technologie ont réduit considérablement les délais et les coûts liés au séquençage des gènes. Aujourd'hui, le défi ne porte plus sur la génération (le séquençage) mais sur l'interprétation des données (bioinformatique et technologies de base de données).

INDUSTRIE ET CONVENTION SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE

Le caractère sophistiqué et complexe des sciences technologies utilisées dépasse les capacités de nombreux gouvernements à garder la cadence et à règlementer la biotechnologie industrielle de manière efficace, notamment au travers de la Convention sur la diversité biologique (CDB) et de processus de politiques résultant du Protocole de Nagoya.

La biotechnologie constitue des défis particuliers pour la mise en œuvre du Protocole de Nagoya. En effet, en plus du fait que les sciences et technologies utilisées évoluent de plus en plus vite et sont de plus en plus complexes, en raison de la transmission numérique des informations génétiques et des mélanges de matériels génétiques provenant de différentes sources (et pays) qui se font de plus en plus fréquemment dans un simple organisme ingéniérisé.

Même si des progrès ont été faits, la prise de conscience est limitée à quelques entreprises de biotechnologie pour ce qui est de la CBD. Certes, la plupart des entreprises sont conscientes que la « durabilité » joue un rôle primordial dans leur marketing et leur modèle économique, en revanche, elles ne pensent pas qu'elles sont concernées par l'APA. Quelques groupes industriels, cependant, ont élaboré des codes de bonne pratique en matière d'APA, tenu des ateliers internationaux et dispensé des conseils à leurs membres sur l'APA et les sujets connexes.

QU'EST-CE QUE LA BIOTECHNOLOGIE ?

Qu'est-ce que la biotechnologie ?

Par biotechnologie, la Convention sur la diversité biologique entend toute application technologique qui utilise des systèmes biologiques, des organismes vivants, ou des dérivés de ceux-ci, pour réaliser ou modifier des produits ou des procédés à usage spécifique.

Bios *Technikos*

La biotechnologie comprend un large éventail de technologies et d'activités en constante évolution. De nos jours, on la retrouve dans la plupart des secteurs commerciaux. Elle se divise en trois domaines principaux : soins de santé, agriculture, et biotechnologie industrielle.

Biotechnologie médicale

Médicaments, produits diagnostiques ou vaccins préparés à partir d' organismes vivants et susceptibles d'être fabriqués à l'aide de la technologie de recombinaison.

Biotechnologie agricole

Gamme de techniques de phytosélection modernes incluant la modification génétique.

Biotechnologie industrielle

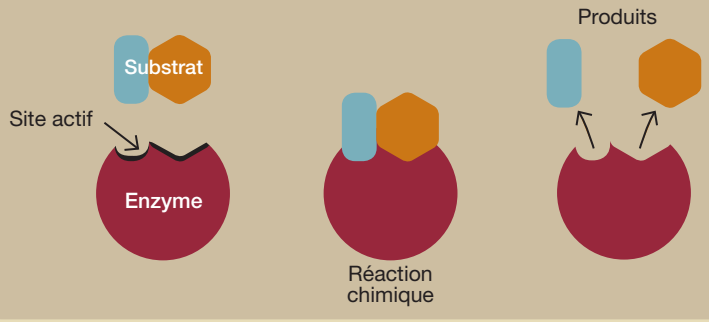
Fabrication de produits d'origine biologique issus de la biomasse utilisant des micro-organismes et des enzymes.

La biotechnologie industrielle est arrivée à maturité ces dix dernières années. Elle connaît une croissance fulgurante en raison des progrès de la science et de la technologie, des préoccupations climatiques, de la sécurité énergétique et de l'intérêt grandissant dans des processus de fabrication plus efficaces qui consomment moins d'énergie, produisent moins de déchets et donnent naissance à des produits plus purs.

Qui dit biotechnologie industrielle dit transition de processus reposant sur le pétrole traditionnel à des processus de fabrication basés sur la fermentation. En effet, ces derniers sont souvent plus rapides et moins onéreux et en plus, ils consomment moins de ressources et d'énergie que les processus tributaires du pétrole.

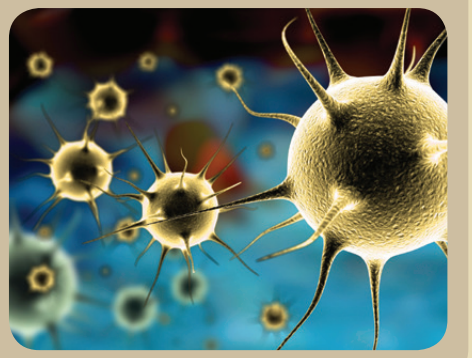
Qu'est-ce qu'une enzyme ?

Une enzyme est une protéine produite par un organisme vivant qui sert de catalyseur aux réactions chimiques spécifiques. L'enzyme est l'« outil de la nature » qui permet de copier-coller des produits, de faciliter et d'accélérer des processus biologiques complexes.



Qu'est-ce qu'un micro-organisme ?

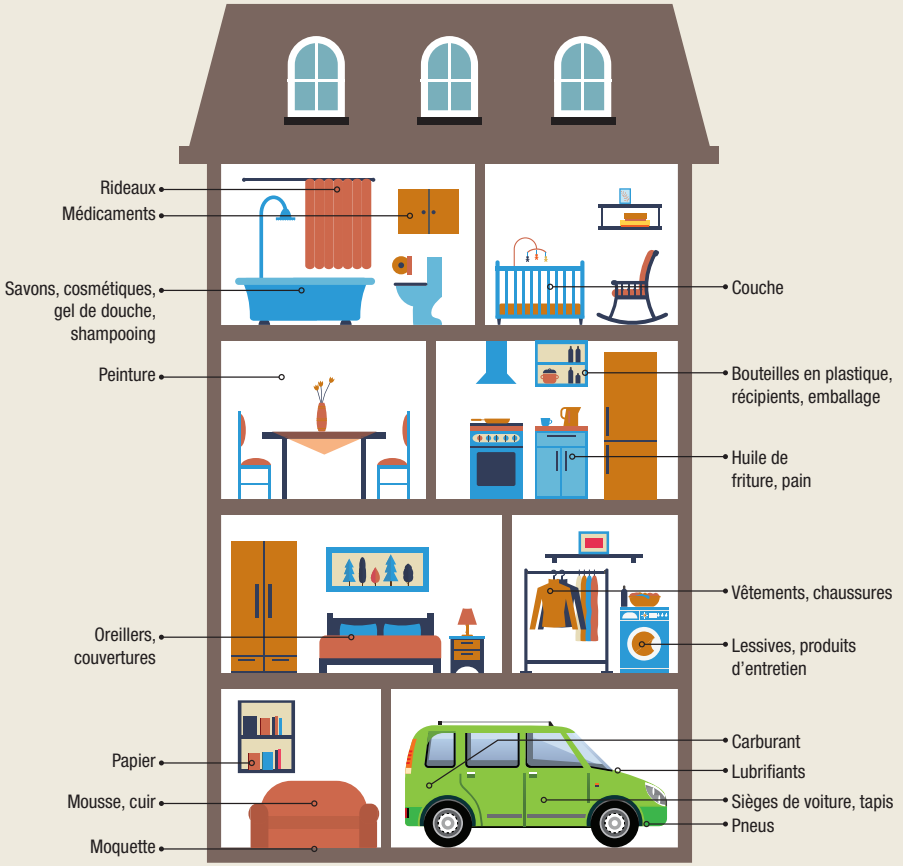
Un micro-organisme est un organisme unicellulaire microscopique, qui à l'instar d'une bactérie joue un rôle essentiel pour soutenir et conserver la nature et la vie. Malgré leur abondance, les micro-organismes sont peut-être les êtres les moins bien saisis au niveau de la planète. Pourtant, ces dernières années, les progrès de la science et de la technologie ont permis d'étudier 99 % des micro-organismes qui étaient auparavant inaccessibles aux chercheurs.



MARCHÉS, ENTREPRISES ET PRODUITS

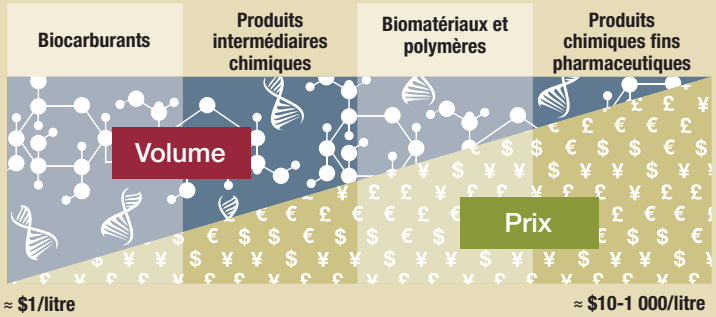
Même si de nos jours la biotechnologie industrielle est utilisée dans pratiquement tous les secteurs industriels, elle reste néanmoins en grande partie invisible aux yeux du consommateur moyen. Elle se cache dans les produits chimiques, les plastiques, la nourriture et l'alimentation, les détergents, la papeterie, l'électronique, les voitures, les emballages, les produits ménagers, les cosmétiques, les produits d'hygiène, les textiles, la biocatalyse, la bioénergie...

Présence de la biotechnologie industrielle dans une maison



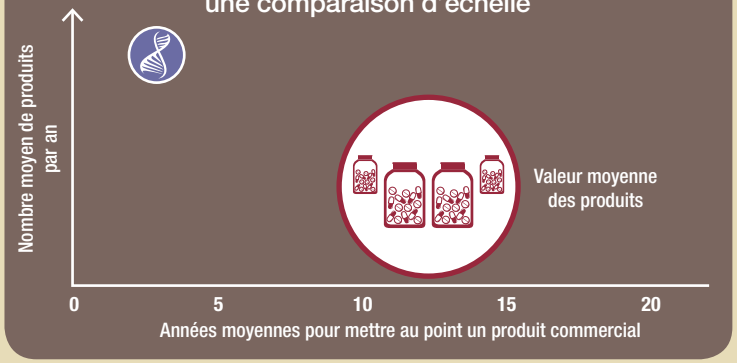
La majorité des produits qui se trouvent dans un ménage moyen dans un pays développé sont fabriqués à partir d'ingrédients issus de la biotechnologie ou issus de processus biotechnologiques.

Les produits industriels issus des biotechnologies vont du simple produit grande consommation aux produits chimiques sophistiqués en passant par les produits de faible valeur ajoutée tels que les biocombustibles, les produits chimiques intermédiaires, les bioplastiques mais aussi les cosmétiques et les parfums sans oublier les produits pharmaceutiques de valeur ajoutée élevée ainsi que les produits chimiques fins.



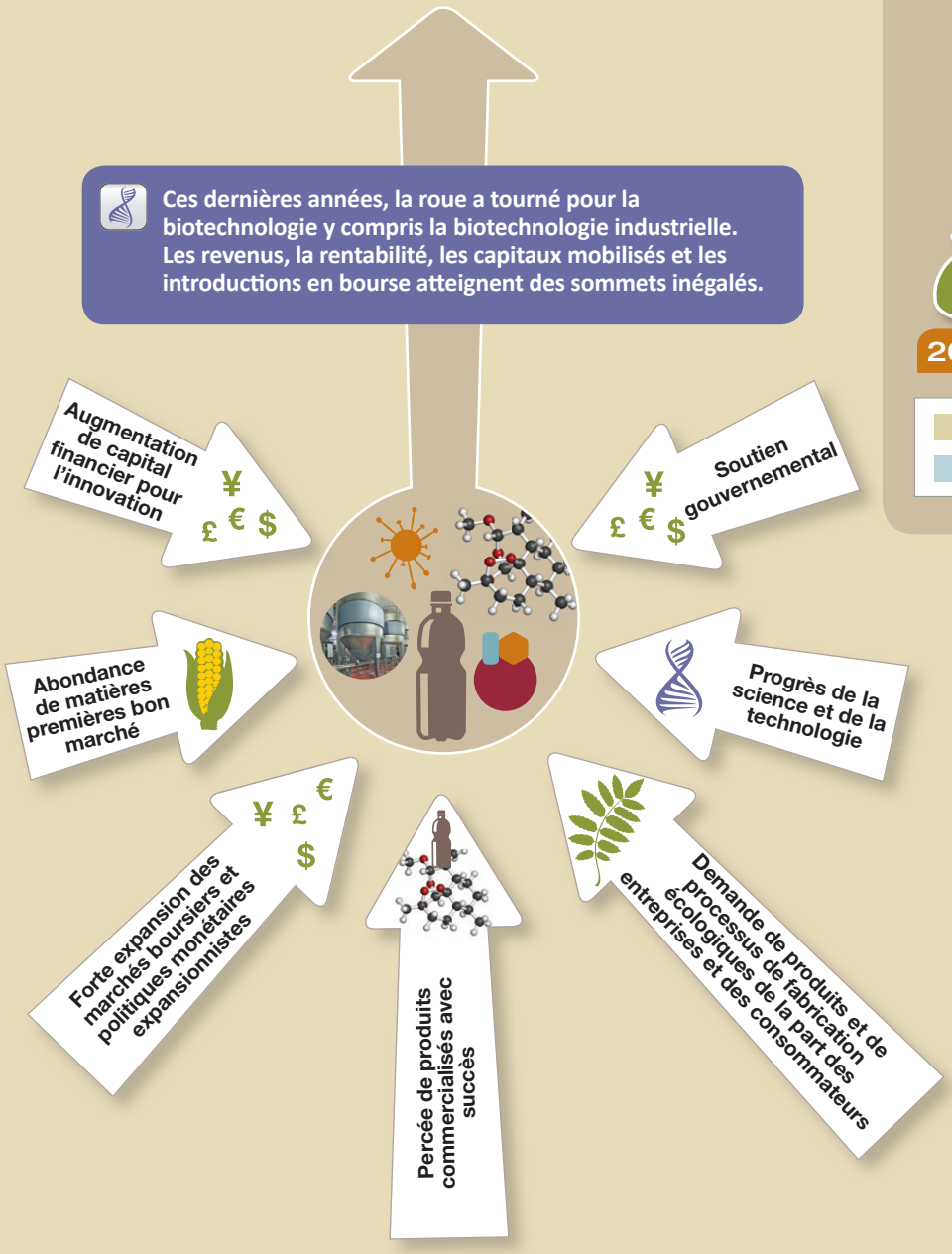
La plupart des produits industriels issus des biotechnologies prennent 2 à 5 ans de développement avant de pouvoir être commercialisés, soit, beaucoup moins de temps qu'un produit pharmaceutique dont le développement prend 10 à 15 ans. Leur développement revient également moins cher et exige moins d'essais pour assurer la sécurité et l'efficacité. Les produits industriels issus des biotechnologies produisent de plus faibles revenus, en moyenne, entre 10 et 200 millions de dollars, mais les sociétés peuvent vendre leurs produits par centaines.

Biotechnologie industrielle et produits pharmaceutiques : une comparaison d'échelle

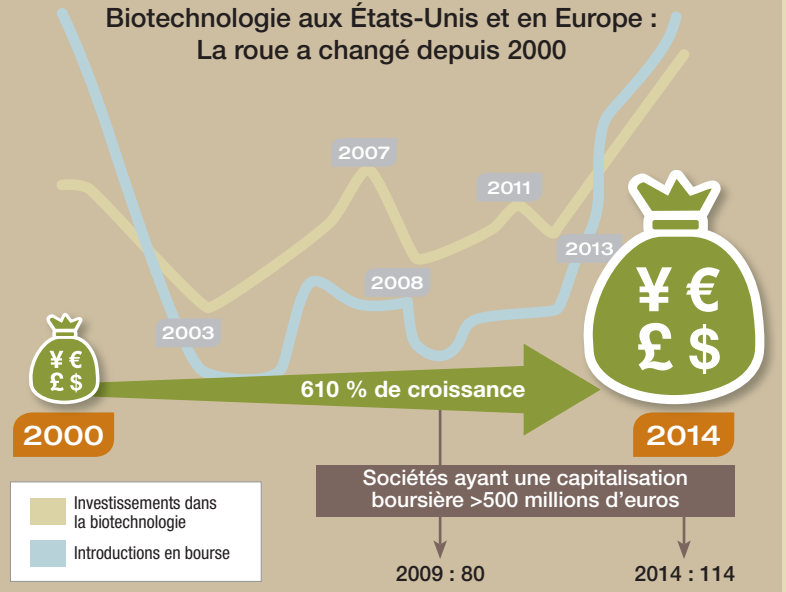


Moteurs du boom de la biotechnologie industrielle

Ces dernières années, la roue a tourné pour la biotechnologie y compris la biotechnologie industrielle. Les revenus, la rentabilité, les capitaux mobilisés et les introductions en bourse atteignent des sommets inégalés.



Biotechnologie aux États-Unis et en Europe : La roue a changé depuis 2000



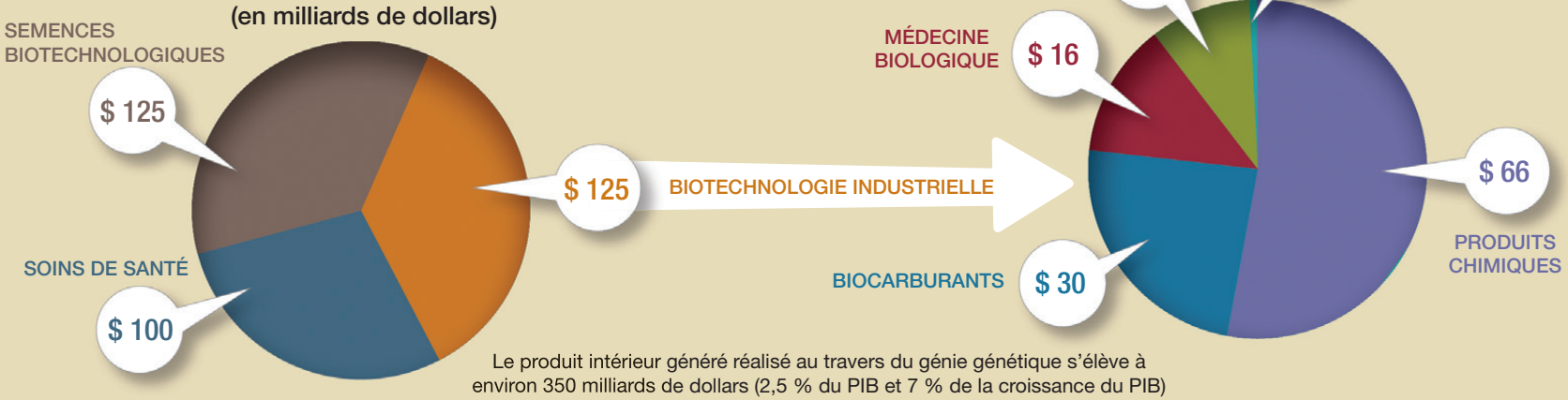
La biotechnologie industrielle a reçu un appui conséquent de la part des gouvernements tant aux États-Unis qu'en Europe, au Canada, en Chine, en Inde, au Japon, au Brésil et en Malaisie, au travers de mesures incitatives. L'investissement privé dans ce secteur a aussi fortement augmenté ces dernières années. Autrefois, l'attention des gouvernements et du secteur privé se portait essentiellement sur les biocarburants, mais ces dernières années, ce sont les produits biochimiques et les biopolymères qui sont les principaux domaines des investissements privés et publics.

> *…environ deux-tiers [des produits chimiques organiques dérivés du pétrole] peuvent être fabriqués à partir de matières premières renouvelables. Dans pareil cas, la chimie durable a un potentiel d'un trillion en termes de marché. Les possibilités de croissance sont à long terme puisque moins de 7 % des produits chimiques organiques sont actuellement fabriqués à partir de matériaux renouvelables.*
>
> – Frederick Frank, Vice-président de la Peter J Solomon Company

La biotechnologie industrielle est extrêmement difficile à évaluer parce que les processus biotechnologiques industriels et les produits ne sont souvent pas vendus ni brevetés, et sont fréquemment utilisés à l'interne ou vendus entre les sociétés. En plus, beaucoup de sociétés sont privées et ainsi ne révèlent pas l'information à leurs actionnaires, et peu de gouvernements rassemblent des données sur ce secteur.

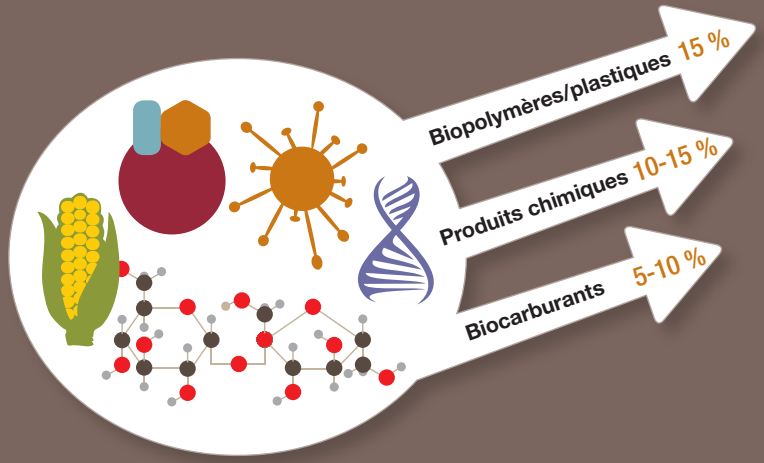
Aux États-Unis, la valeur de la biotechnologie industrielle est estimée à 125 milliards de dollars en 2012, montant compris dans une bioéconomie de 350 milliards de dollars.

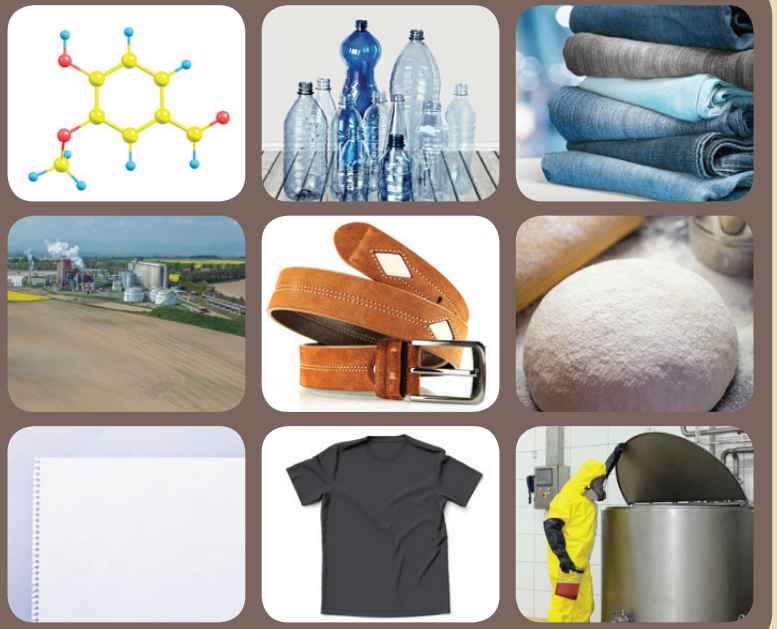
La bioéconomie des États-Unis en 2012 (en milliards de dollars)



Le produit intérieur généré réalisé au travers du génie génétique s'élève à environ 350 milliards de dollars (2,5 % du PIB et 7 % de la croissance du PIB)

Croissance projetée de la biotechnologie industrielle 2013 - 2018





Les entreprises de biotechnologie industrielle font partie de réseaux complexes et globaux de partenariat, d'investissement et de collaboration. Elles incluent des entreprises de toute taille, un large éventail de secteurs mais aussi des instituts de recherche et des organismes gouvernementaux.

Plusieurs entreprises de biocarburants ont constaté qu'elles pouvaient se servir des processus de fabrication existants en raison de leurs coûts inférieurs et de leur plus grand rendement pour accéder aux marchés basés sur des produits biochimiques. Le résultat est que beaucoup d'entreprises fabriquent un ensemble large et varié de produits.

Top 15 des entreprises en 2014-2015 et exemples de leur gamme, partenariats et portée mondiale

genomatica

Quelques partenariats :

BASF : Allemagne
– produits biochimiques

Novamont : Italie
– bioplastiques

Versales : Italie
– biobutadiène

Braskem : Brésil
– bioplastique

novozymes Rethink Tomorrow

Ventes par région en 2014 :

Europe/MOA	38 %
Amérique du Nord	34 %
Asie-Pacifique	17 %
Amérique latine	11 %

Ventes par secteurs en 2014 :

Produits d'entretien	35 %
Agro-alimentaire	26 %
Bioénergie	18 %
Agriculture et engrais	14 %
Technique et pharma	7 %

RANK	BIOBASED CHEMICALS AND MATERIALS	COUNTRY	BIOENERGY	COUNTRY
1	genomatica	US	LanzaTech	US
2	solazyme	US	GranBio	Brazil
3	AMYRIS	US	ALGENOL	US
4	BASF We create chemistry	Germany	novozymes Rethink Tomorrow	Denmark
5	LanzaTech	US	solazyme	US
6	DSM	Netherlands	DUPONT	US
7	Elevance	US	POET DSM Advanced Biofuels	US
8	DUPONT	US	BETARENEWABLES	Italy
9	bioamber	Canada	DSM	Netherlands
10	VIRENT	US	ABENGOA BIOENERGY	Spain
11	novozymes Rethink Tomorrow	Denmark	AMYRIS	US
12	avantium	Netherlands	BETARENEWABLES	US
13	verdezyne	US	POET	US
14	gevo	US	REG	Canada
15	Myriant	US	Enerkem	Germany

LanzaTech

Nombre d'entreprises, d'universités et gouvernements associés par région :

Amérique du Nord	13
Europe	6
Asie	16

AMYRIS

Quelques associations :

TOTAL : France
– biocarburant

Cosan : Brésil
– lubrifiants

Groupe de Kuraray : Japon
– biopolymères

Michelin : France
– isoprène, pneus

Braskem : Brésil
– isoprène, pneus

Firmenich : Suisse
– saveurs, parfums et bioraffineries

IFF : États-Unis
– saveurs, parfums et bioraffineries

Givaudan : France
– saveurs, parfums et bioraffineries

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

En quête de nouveaux composés et enzymes, les chercheurs collectent des micro-organismes dans le sol, l'eau ou d'autres milieux naturels ou dans des collections ex situ. La plupart des entreprises accèdent au matériel au travers de collections internes ou externes, de milliers de séquences génétiques disponibles dans le domaine public ou de collections maison. Elles sont peu nombreuses à chercher leurs collections à l'étranger.

Les collections d'outre-mer ont tendance à se concentrer sur des régions où la diversité des espèces est élevée, des milieux et des niches écologiques uniques. Les entreprises cherchent des organismes susceptibles de résister à des conditions similaires à celles qui règnent dans la transformation industrielle. Certains néanmoins vont chercher à l'étranger, ce qui les soumet aux exigences APA.

Environnements extrêmes ou divers

ACCORDS D'APA

DEMANDE D'ACCÈS

Collections de micro-organismes :
- collections existantes
- collections maison
- séquences sur internet
- collections d'outre-mer

Écran pour pistes intéressantes

GTCAT
GAC

Codifier de nouvelles instructions de l'ADN

Bioinformatique et bases de données

Séquence du génome

Temps

Coûts

Identifier le gène qui code pour l'enzyme ou le composé requis

La biologie n'est pas seulement une science, c'est un matériel.
– Drew Endy, Université de Stanford

Transférer le gène en utilisant le génie génétique

Micro-organisme hôte (en général Escheria coli ou levure)

Gène de produit

... les déinocoques sont des organismes extrêmement robustes en parfaite adéquation avec ce qu'on attend d'un micro-organisme industriel... ils] résistent naturellement aux sollicitations physiques (pas de cisaillement résultant de l'agitation) et chimiques d'un milieu industriel...
– Deinove, 2015

La biotechnologie industrielle transforme les micro-organismes en « usines » biologiques ou microbiennes. Les micro-organismes sont modifiés génétiquement, mais les produits finis eux-mêmes ne le sont pas.

> *Bien que nous puissions utiliser n'importe quel sucre fermentiscible dans notre processus, nous sommes concentrés sur la canne à sucre du Brésil en raison du coût, de la disponibilité et de la capacité de l'industrie locale de répondre à des normes internationales de durabilité.*
>
> – Amyris, 2015

Ressources de biomasse

Amidon
Hémicellulose
Cellulose
Huile de lignine

PRÉOCCUPATIONS LIÉES AUX RESSOURCES DE BIOMASSE

Durabilité
- Déboisement
- Intrants chimiques
- Effets sur la biodiversité
- Insuffisance

Déplacement des cultures
Main-d'œuvre
- mauvaises conditions et faibles salaires

> *Le sucre sera le carburant du 21e siècle.*

USINE BIOLOGIQUE

Avantages :
- plus rapide, meilleur marché
- meilleurs produits
- diminution de l'empreinte environnementale

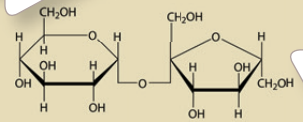
Préoccupations :
- organismes échappés
- médiocrité des règlements et contrôles insuffisants
- ressources pas vraiment durables
- petits agriculteurs en perte de marchés

Produits

ORGANISME BREVETÉ

Syngas biologique

Sucres

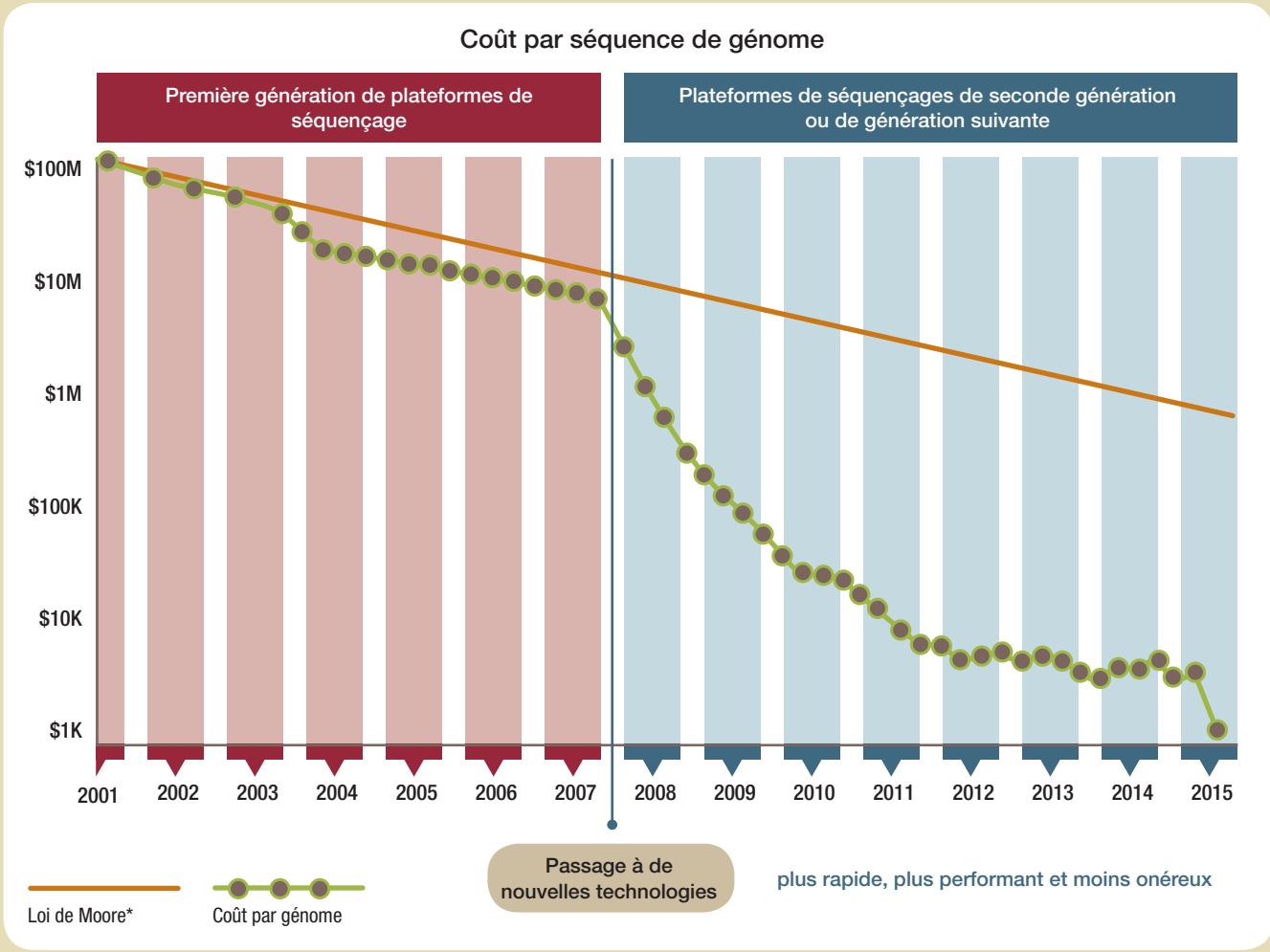


Éléments constitutifs

Produits chimiques secondaires

Produits chimiques intermédiaires et de base

Les progrès de la science et de la technologie ont réduit considérablement les délais et les coûts liés au séquençage des gènes. Aujourd'hui, le défi ne porte plus sur la génération (le séquençage) mais sur l'interprétation des données (bioinformatique et technologies de base de données). Il y a dix ans, le séquençage d'un simple gène prenait 3 ans ; aujourd'hui il suffit d'une semaine pour séquencer les 5 000 gènes d'une bactérie typique.



Y compris dans le cadre du processus politique de la Convention sur la diversité biologique l'attention se porte depuis peu sur la biologie synthétique qui relève du champ d'application de la biotechnologie, parfois appelée la biotechnologie industrielle.

La numérisation de la biologie est une véritable révolution pour les sciences du vivant. Le séquençage du génome humain en est l'exemple parfait du plus rapide, plus performant et moins onéreux.

– Raymond McCauley, 2014

INDUSTRIE ET CONVENTION SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE

Le caractère sophistiqué et complexe des sciences technologies utilisées dépasse les capacités de nombreux gouvernements à garder la cadence et à règlementer la biotechnologie industrielle de manière efficace, notamment au travers de la Convention sur la diversité biologique (CDB) et de processus de politiques résultant du Protocole de Nagoya. À travers le monde, des lois et des politiques disparates, souvent obsolètes et contradictoires sont en place.

La biotechnologie constitue des défis particuliers pour la mise en œuvre du Protocole de Nagoya. En effet, en plus du fait que les sciences et technologies utilisées évoluent de plus en plus vite et sont de plus en plus complexes, en raison de la transmission numérique des informations génétiques (qui pose la question du rôle et du fonctionnement des points de contrôle) et des mélanges de matériels génétiques provenant de différentes sources (et pays) qui se font de plus en plus fréquemment dans un simple organisme ingéniérisé.

Même si des progrès ont été faits, la prise de conscience est limitée à quelques entreprises de biotechnologie pour ce qui est de la CBD. Certes, la plupart des entreprises sont conscientes que la « durabilité » joue un rôle primordial dans leur marketing et leur modèle économique, en revanche, elles ne pensent pas qu'elles sont concernées par l'APA. Quelques groupes industriels, cependant, ont élaboré des codes de bonne pratique en matière d'APA, tenu des ateliers internationaux et dispensé des conseils à leurs membres sur l'APA et les sujets connexes.

SOURCES

Page 3

OECD, 2011. Future Prospects for Industrial Biotechnology; EuropaBio, 2015. What is Biotechnology? www.europabio.org; Bio, 2015. What is Biotechnology? www.bio.org; Zika, E., Papatryfon, I., Wolf, O. Gomez-Barbero, M., Stein, A.J. and Bock, A.K. 2007. Consequences, Opportunities, and Challenges of Modern Biotechnology for Europe. JRC Reference Reports, European Commission; Novozymes, 2015. What are enzymes? www.Novozymes.com.

Page 4

Solomon, D. 2013. Industrial Views on Synthetic Biology. Agilent Technologies, ACS Science and the Congress, November 5; Carlson, R. 2011. Biodesic 2011 Bioeconomy Update; EuropaBio, 2015. Industrial Biotech: Enabling a Competitive, Sustainable, and Renewable Bioeconomy. www.europabio.org; OECD, 2011. Future Prospects for Industrial Biotechnology.

Page 5

Ernst and Young, 2015. Beyond Borders, Reaching New Heights: Biotechnology Industry Report 2015; International Energy Agency, 2012. Medium Term Oil and Gas Markets; OECD, 2011. Future Prospects for Industrial Biotechnology; The Economist, 2010. Chemistry Goes Green: Behind the Scenes, Industrial Biotechnology is Getting Going at Last. July 1; BIO, 2014. Current Uses of Synthetic Biology for Renewable Chemicals, Pharmaceuticals, and Biofuels; UNCTAD, 2014. The State of the Biofuels Market: Trade and Development Perspectives.

Page 6

Solomon, D. 2013. Industrial Views on Synthetic Biology. Agilent Technologies, ACS Science and the Congress, November 5; Carlson, R. 2014. How Did the US Bioeconomy Perform in 2012?; Carlson, R. 2011. Biodesic 2011 Bioeconomy Update; Ernst and Young, 2015; Research and Markets, 2013. Renewable Chemicals Market – Global Trends and Forecasts to 2018, June; Marcacci, S. 2012. Global Biofuels Market Could Double to $185 Billion by 2021; Harney, A. and Hirschler, B. 2015. China's Big Biotech Bet Starting to Pay Off. June 9, www.reuters.com.

Page 7

Lane, J. 2014. Genomatica, Solazyme, Amyris, BASF Take Top Slots in the 30 Hottest Companies in Biobased Chemicals and Materials for 2014-2015 and LanzaTech, GranBio, Algenol, and Novozymes take Top Slots in the 50 Hottest Companies in Bioenergy for 2014-15. The Biofuels Digest. November 10. Rankings are based 50 % on votes from an invited panel of distinguished international selectors, and 50 % on votes from subscribers of The Biofuels Digest.

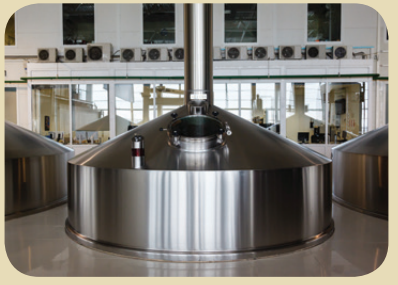
Page 9

Solomon, D. 2013. Industrial Views on Synthetic Biology. Agilent Technologies, ACS Science and the Congress, November 5; Endy, D. 2014. Designing Life: The Ethics of Synthetic Biology. Science Gallery, Trinity College, Dublin; Delnove, 2015; Amyris, 2015; Novozymes 2015.

Page 10

Novozymes, 2015; Ernst and Young, 2015; McCauley, R. 2014. Digital/Synthetic Biology. Exponential Finance 2014; Wetterstrand, K.A. 2015. DNA Sequence Costs Data from the NHGRI Genetic Sequence Program, www.genome.gov/sequencingcosts/; Metzker, M.L. 2010. Sequencing Technologies – The Next Generation. Nature Genetics 11: 1-46; McAuley, R. 2013. Planning for a Toy Story and Synthetic Biology: It's All about Competition; Scott, D., Abdelhakim, D., Miranda, M., Höft, R. and Cooper, H.D. 2015. Potential Positive and Negative Impacts of Components, Organisms and Products Resulting From Synthetic Biology Techniques on the Conservation and Sustainable Use of Biodiversity, and Associated Social, Economic and Cultural Considerations. Part I: Synthetic Biology. CBD, Montreal, Technical Series No. 82; BIO, 2015. Current Uses of Synthetic Biology.

*La loi de Moore est une tendance à long terme dans l'industrie informatique qui implique le dédoublement de la puissance de calcul tous les 2 ans. De manière générale, les technologies qui suivent cette loi affichent de très bons résultats.



THE ABS CAPACITY DEVELOPMENT INITIATIVE

www.abs-initiative.info

www.bio-economy.org.za

People and Plants international

www.peopleandplants.org

La série de « Points cls sur l'accès et le partage des avantages pour décideurs de politiques » est publiée pour fournir aux gouvernements, entreprises, chercheurs, communautés et autres parties prenantes des informations afin de les aider dans l'élaboration de mesures d'accès et de partage des avantages pour mettre en œuvre le Protocole de Nagoya. Comme le nom l'indique les dossiers portent sur les points clés fondamentaux sur les tendances et pratiques au niveau des marchés, de la RDI et de l'APA. Des informations plus détaillées sur ces secteurs peuvent être trouvées sur les sites internet suivants :
www.bio-economy.org.za ; www.abs-initiative.info ; www.peopleandplants.org ;
les dossiers de la CDB « La bioscience à la croisée des chemins » :
https://www.cbd.int/abs/policy-brief/default.shtml/; et dans le livre Routledge à paraître :
http://www.routledge.com/books/details/9781138779099/

Remerciements : Nous remercions sincèrement tous ceux qui ont contribué au parachèvement du présent document au travers de leurs commentaires et points de vue, y compris Anne Virnig et Tobias Dierks. Des remerciements sont également adressés à Paula Wood pour son travail artistique et à Jaci van Niekerk pour son support et son appui dans ce processus.

Pour de plus amples informations, veuillez contacter :
abs-initiative@giz.de