

Éditorial : Les bioindustries fertilisent la valorisation

Philippe Thonart

Introduction

En 2000, Monsieur le Recteur A. Théwis introduisait la leçon inaugurale et l'année à thème comme suit : "La vulgarisation des résultats des recherches auprès des agriculteurs, des organismes agricoles et des industries d'amont et d'aval des productions végétales et animales constitue assurément et depuis fort longtemps, la première forme de transfert, à titre gracieux, d'informations techniques découlant de l'expérimentation scientifique vers la pratique, le premier mode de valorisation des recherches. Aujourd'hui, les temps changent : les chercheurs 'qui trouvent' ne sont plus libres de faire ce qu'ils veulent de leurs résultats. À l'Université, la valorisation des résultats des recherches passe maintenant par d'autres canaux que ceux des publications scientifiques et de la vulgarisation, canaux qui ont pour noms : les brevets, les *spin off* ou encore les sociétés de valorisation. Les recherches menées aujourd'hui dans une faculté telle que la nôtre sur les microorganismes, les végétaux, les animaux, les biomolécules, les procédés de fabrication et de conservation des aliments, les biotechnologies, l'informatique, la bio-informatique, l'agriculture de précision, que sais-je encore, constituent autant de substrats fertiles pour des initiatives en matière de valorisation des résultats."

Devant cette évolution au sein de nos universités, l'année à thème 2000–2001 consacrée à ce domaine était spécialement focalisée sur les bioindustries.

Les bioindustries

Les bioindustries consistent à exploiter industriellement les potentialités des microorganismes (bactéries, levures, champignons), des cellules animales et végétales. Elles se caractérisent par leur aspect interdisciplinaire : elles se situent, en effet, au carrefour de différentes sciences : biologie, génie chimique et sciences de l'ingénieur. Les procédés biotechnologiques présentent des avantages considérables par rapport aux procédés traditionnels. Ils permettent de produire des substances chimiques et organiques à partir d'une gamme très large de matières premières agricoles brutes ou transformées.

Certaines propriétés des microorganismes les rendent intéressants :

- ils ont un métabolisme très actif, une période de reproduction courte et un taux de reproduction élevé ;
- les conditions de réaction sont douces (température, pression, pH) ;
- les procédés biotechnologiques permettent de garder le label naturel ;
- la catalyse enzymatique présente une spécificité à deux niveaux : la réaction et le substrat. Les avantages qui en découlent sont nombreux :
 - le substrat ne doit pas être isolé de la matière d'origine ;
 - la réaction se fait avec de hauts rendements ;
 - la formation de produits indésirables est évitée.

Le secteur des bioindustries est loin d'être à maturité. Il serait dangereux d'ignorer les obstacles mais nous assistons depuis une vingtaine d'années à une bio-révolution industrielle qui a ses effets non seulement sur les industries pharmaceutiques mais également chimiques, agro-alimentaires sans oublier les industries de l'environnement.

À travers un schéma de réflexion, toujours identique, les bioindustries vont pouvoir valoriser ces applications dans des domaines fort variés : l'agriculture, l'agro-alimentaire, la chimie, l'environnement, la pharmacie. Nous tenterons d'illustrer ces domaines à partir de l'étude du processus de recherche. Celui-ci est repris à la **figure 1** et peut se résumer par un slogan "de la cellule aux produits finis".

La première partie de ce schéma est la sélection de la cellule qui va être utilisée dans le processus. Ce domaine, délaissé dans les années 80, est à l'heure actuelle un axe de recherche des plus importants. La biodiversité microbienne est loin d'avoir été exploitée

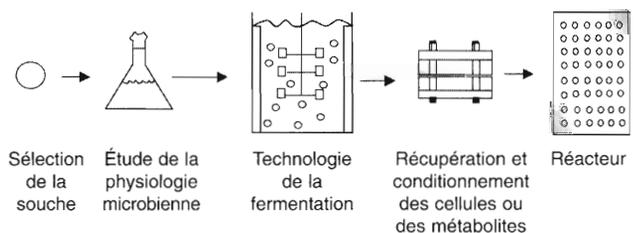


Figure 1. Schéma de recherche : "de la cellule aux produits finis".

tant au niveau fondamental qu'appliqué. Il est clair que dans les dix ans à venir, on décrira de nombreux nouveaux genres et nouvelles espèces basés sur des études physiologiques et génétiques. La législation devra s'adapter pour permettre l'introduction de ces organismes dans les procédés. Ces organismes seront utilisés pour produire des métabolites utilisés dans des procédés de fermentation ou de traitements touchant l'environnement.

La recherche appliquée demande le développement de techniques d'optimisation des procédés et dans ce cas des procédés de fermentation. La génétique et la biologie moléculaire associées dès le début des recherches aux physiologistes et aux ingénieurs de production sont un outil de premier choix pour permettre la réduction des coûts de fabrication.

Les bioindustries demandent l'intégration des connaissances de la physiologie et du génie chimique pour optimiser la production et pour l'augmentation de volume (*scale up*) qui reste souvent une phase déterminante dans l'optimisation industrielle.

Dominer les phénomènes d'induction, réaliser des productions sélectives, minimiser les prix des milieux, optimiser les paramètres du génie chimique, voilà des objectifs de recherche pour l'ingénieur du vivant.

Un des éléments fréquemment négligés est la définition des critères de *scale up*. Les paramètres ont été généralement optimisés dans des réacteurs de 20 ou 100 litres mais la production se réalisera en 10, 20 ou 50 m³. Les valeurs des paramètres de fonctionnement ne peuvent être maintenues constantes et doivent être calculées.

Les procédés de concentration et de purification vont emprunter des techniques à l'agro-alimentaire et à la biochimie. Ils bénéficient à l'heure actuelle du développement considérable des nouveaux matériaux dans le domaine des techniques des membranes et des résines. L'ingénieur trouvera dans ce domaine la possibilité de traiter des volumes importants tout en maintenant la qualité du produit. Il devra concevoir ces techniques à une échelle industrielle pour permettre une rapide intégration. La faisabilité des techniques des membranes, des résines et des technologies de séchage par atomisation, fluidisation ou lyophilisation sont actuellement clairement démontrées au stade industriel.

À l'opposé, la mise en valeur de la biodisponibilité du produit par le conditionnement est un domaine de recherche à privilégier. L'exemple de l'enrobage de cellules ou de principe actif (antibiotiques, huile) par atomisation permet notamment le relargage sélectif, l'augmentation de la résistance thermique. La grande originalité de ces procédés est de permettre d'intégrer cette technologie dans des produits à valeur ajoutée relativement faible. Les produits agro-alimentaires, nutraceutiques et de l'environnement doivent pouvoir en bénéficier.

Les multiples usages de la valorisation

Les bioindustries se prêtent merveilleusement à ce type de discussion car elles offrent des applications dans des domaines de structures économiques différentes. Les bioindustries trouvent des valorisations dans les industries pharmaceutiques où le développement d'un produit peut demander des investissements très lourds mais également dans des petites et moyennes entreprises qui désirent valoriser un produit agricole ou développer un produit pour l'environnement.

Dans ce domaine de la valorisation, l'université a un premier devoir : elle doit être une référence scientifique. Notre société a besoin de cette référence. Au niveau industriel, ce rôle de référence scientifique a été et est de première importance. Dans le cadre de certains contrats industriels, la première mission de l'universitaire sera de vulgariser les techniques, de faire pénétrer un savoir-faire particulier. La première étape ne sera pas une étape d'innovation mais bien une étape de formation. La Région Wallonne l'a bien compris, notamment dans le cadre de programme appelé décret du 19 mai 1994 relatif à l'engagement de chômeurs (A.R. 123).

Jusqu'à ce stade, l'université fait essentiellement de l'information et de la formation. Pour réaliser ces missions, l'université doit pouvoir continuellement élaborer de nouvelles théories et doit donc avoir des moyens financiers pour ces objectifs.

Cependant, l'innovation industrielle demande une étape supplémentaire : la création. Pour créer un produit commercialisable il faut installer le dialogue entre l'industriel et l'universitaire et pour ce faire, l'universitaire doit présenter des stratégies. Ces stratégies doivent s'adapter au fur et à mesure de l'évolution scientifique et économique. Dans cette stratégie, le produit commercialisable doit surgir de l'imagination des partenaires. La valorisation industrielle demande le plus rapidement possible la définition du produit. Cette notion perturbe bien souvent nos universitaires mais elle est l'élément clé de la valorisation. Le transfert du savoir-faire vers l'industriel se réalisera dans ce cas grâce à un contrat où les deux partenaires, l'université et l'industriel, vont tirer un bénéfice financier.

La troisième voie, la plus médiatisée est la création d'entreprises (les *spin off*). Il est vrai que dans certains domaines, le monde industriel ne peut et ne veut pas prendre le risque technologique ou financier. L'université peut alors servir de catalyseur et créer ces nouvelles entreprises. Elle devient un partenaire financier. Pour cette raison, les universités ont mis en place des interfaces et des sociétés qui gèrent ces dossiers ; "Gembloux valorisation" créée récemment par la Faculté en est une et nous espérons qu'elle

concrétisera le juste dialogue entre le monde universitaire et l'industrie.

Une politique de valorisation pour les pays en voie de développement

La Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux a, depuis sa création, une vocation internationale. Et un de nos objectifs est : "Comment faire participer les pays en voie de développement à la politique de valorisation industrielle mise en place dans nos pays ?" Si la valorisation des recherches au niveau agronomique se fera principalement par la vulgarisation, il en va autrement pour la valorisation des recherches en industries. Les pays en voie de développement manquent cruellement de sociétés de bonne technologie valorisant le produit agricole, et d'une manière générale de petites et moyennes entreprises tournées vers l'avenir. La première voie de valorisation est la création de filières dans le respect des différents partenaires. Les exemples de la gomme arabique, de la papaine, de colorants ont été développés au Centre wallon de Biologie industrielle (CWBI).

L'université et la stratégie de valorisation par l'intermédiaire des *spin off* dans le respect des partenaires peuvent être un outil pour le développement industriel des pays en voie de développement.

Plus encore, le développement d'ateliers de fabrication de produits fermentés traditionnels comme le lait fermenté, les farines de mil fermentées, le Soumbala (nététou), produits inconnus en Europe, constitue un second axe. L'étude de la microbiologie de leur transformation a été réalisée au niveau fondamental, des collections de microorganismes ont été établies, la production des microorganismes a été réalisée dans nos fermenteurs et par l'intermédiaire de nos *spin off*. Le développement de petites PME est en train de se construire au Burkina Faso et au Sénégal et, nous l'espérons, en Tunisie. Ce transfert Nord-Sud de produits (les cultures de microorganismes) se fait à un prix compatible avec le niveau de vie du pays destinataire.

Incompatible avec une économie européenne, allez-vous me dire ? Vous travaillez comme une asbl en dehors du contexte économique ! Nous créons des sociétés dans les pays en voie de développement et nous les utilisons comme un outil de stabilisation des structures, comme un outil de développement économique et social. Nous participons avec nos moyens au développement socio-économique de nos partenaires et en cas de réussite, nous avons garanti un retour vers nos pays. Nous avons les bases d'un nouveau type de partenariat que je voudrais symboliser par cette tête de femme en bronze provenant du Burkina Faso (**Photo 1**).



Photo 1. Tête de bronze en provenance du Burkina Faso (collection privée de Ph. Thonart).

Elle nous interpelle par sa fierté, par sa beauté. Elle exige que la structure sociale de son pays soit respectée également au niveau économique. Elle doit comprendre que nous sommes des partenaires avec nos habitudes et nos exigences. Il faut établir entre elle et nous un véritable partenariat pour le bien-être de l'ensemble des participants et peut-être pour qu'une étoile brille plus fortement dans le ciel. Durant cette année, un séminaire a été consacré à ce type de partenariat.

En guise de conclusion...

La recherche scientifique, fondamentale et appliquée, demande dialogue, travail et imagination. La création d'un produit commercialisable devra en plus intégrer la notion économique, l'intégration de ce produit dans une stratégie industrielle demandera de multiples négociations. Si l'industriel y est habitué, l'universitaire ne l'est pas nécessairement. Les interfaces et les sociétés de valorisation joueront là un rôle essentiel et difficile surtout par la compréhension des exigences des partenaires. Le rôle de l'université ne fait que s'accroître mais nous sommes prêts à prendre nos responsabilités.

Durant cette année 2000–2001, les activités suivantes ont été réalisées :

– *Rentrée Académique du 03.10.2000*

Leçon inaugurale "Les Bio-industries fertilisent la valorisation de la recherche"

– *Remise du Prix des Presses agronomiques du 11.10.2000*

"Les Bio-industries fertilisent la valorisation de la recherche"

– *Opération "Bio-explorateurs à la découverte des Biotechnologies" du 22.01.2001 et durant le second semestre*

- *Chaire Sud-Nord du 08.02.2001*
“La valorisation des aliments originaires des Andes, application à la Maca, *Lepedium meyenii*”
- *Journée d’Actualisation des connaissances du 07.03.2001*
“la Bio-industrie de la cellule au produit fini”
- *Journée “portes ouvertes” du 24.03.2001*
- *Séminaire dans le cadre de l’année à thème du 24 au 26.04.2001*
“Journée de réflexion sur la valorisation de la recherche dans les pays en développement”
- *Journée de réflexion sur la valorisation de la recherche du 16.05.2001*

- *Leçons dans le cadre de la Chaire Francqui*
“Interactions entre la géologie de l’ingénieur, l’hydrogéologie et l’environnement” du 13.02.2001
“Chimie des fluides souterrains en géologie de l’ingénieur et hydrogéologie” du 02.03.2001
“Activités agricoles et eaux souterraines” du 26.04.2001
“Risques géologiques et environnement” du 31.05.2001
“Eaux minérales et carbogazeuses” du 14.09.2001

Remerciements

L’auteur remercie les autorités académiques, les membres du comité d’organisation, les services administratifs de la FUSAGx qui ont participé à l’organisation de ces activités.