La bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle

Une plate-forme d'innovation ouverte au cœur d'un complexe agro-industriel

Jean-Marie Chauvet, Florent Allais, Yvon Le Hénaff, Pierre-Alain Schieb et Marc-André Théoleyre

Résumé Le complexe de Bazancourt-Pomacle, situé près de Reims (Marne), est considéré à ce jour comme l'une des

bioraffineries les plus intégrées d'Europe. La particularité de ce site réside dans l'engagement des agriculteurs via leurs coopératives et dans le fait qu'il associe un pôle industriel et un pôle d'innovation ouverte. Cet article décrit cet écosystème et son métabolisme et met en perspective la place potentielle des

bioraffineries dans la « nouvelle bioéconomie » qui se profile au niveau mondial.

Mots-clés Bioéconomie, biotechnologies industrielles, bioraffinerie, produits biosourcés, biomasse,

coopération agricole, compétitivité, pôle mondial, valorisation/fermentation des sucres, seconde

génération, métabolisme industriel, démonstration.

Abstract The biorefinery of Bazancourt-Pomacle: an innovation platform inside an agro-industrial cluster

> The complex of Bazancourt-Pomacle, located near Reims (France), is recognized as one of the most integrated biorefinery in Europe. The particularity of this site comes up from the commitment of farmers via their cooperatives and in the fact that it combines an industrial cluster and an innovation platform. This article describes this ecosystem with its metabolism and put into perspective the potential place of the biorefineries

in the context of the "new biobased economy" emerging at global level.

Keywords Bio(based)economy, industrial biotechnologies, biorefinery, biobased products, biomass, agri-

cooperation, competitiveness, worldwide cluster, valorization/fermentation of sugars, second-

generation, industrial metabolism, demonstration.

Un peu d'histoire

La bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle est située au Nord-Est de Reims (Marne), en plein cœur d'un espace agricole dédié aux « grandes cultures » que sont le blé, l'orge, la betterave à sucre, le pois protéagineux et la luzerne.

L'agriculture de cette région, considérée de nos jours comme « performante », doit son développement principalement à la détermination des hommes, à leur capacité à intégrer les progrès techniques (fertilisation, phytoprotection) et à se regrouper. Avec pour base un sous-sol crayeux, quasiment sans sol à proprement parler, les conditions de départ, en termes de fertilité, n'étaient pas des plus favorables. Depuis plus d'un siècle, l'agriculture régionale vit sous l'impulsion d'un fameux « faisons nos affaires nous-mêmes » prononcé par Gustave de Bohan, aïeul d'une lignée d'agriculteurs encore en responsabilité actuellement.

C'est sur la base de ce slogan que la dynamique de la coopération a pu se déployer et permettre d'atteindre le niveau de développement exceptionnel que nous connaissons aujourd'hui, tant sur le plan agricole que sur le plan de la transformation industrielle et de l'innovation.

Dans les régions Champagne-Ardenne et Picardie, les niveaux de rendement sont parmi les plus élevés d'Europe et les efforts actuels portent sur le couplage entre la performance technique et le respect de l'environnement dans une logique d'agriculture raisonnée très poussée.

Dans son ensemble, le développement agro-industriel de la région a « naturellement » accompagné et prolongé son développement agricole. Le site de Bazancourt-Pomacle est en somme un symbole très fort de l'engagement des agriculteurs via leurs coopératives. Le but de cet article n'est certes pas de faire un cours d'histoire... Un récent ouvrage, En Champagne-Ardenne, une agriculture forte de ses hommes et de ses innovations, fait d'ailleurs un point très précis à ce sujet [1].

Le détour historique est cependant nécessaire, car si on n'intègre pas « le temps et la dynamique de coopération », on ne peut pas expliquer le développement actuel de la bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle.

Le véritable tournant pour le site se situe au début des années 1990. Jusque là existait une « simple sucrerie », dont l'histoire en elle-même est passionnante, mais elle était en fait une sucrerie parmi d'autres si l'on peut dire. La sucrerie a depuis été modernisée ; elle appartient au groupe coopératif Cristal Union et se situe dans le top des sucreries françaises en termes de capacité et de performance. Le « destin » du site a basculé avec la construction simultanée de Chamtor (amidonnerie-glucoserie appartenant au groupe céréalier Siclaé) et d'ARD (Agro-industrie Recherches et Développements), un centre de recherche mutualisé entre « les céréaliers » et « les betteraviers ». Ce qu'il est important de souligner, c'est qu'à partir de ce moment-là, le site de Bazancourt-Pomacle devenait à la fois un complexe agro-industriel et un pôle d'innovation, la sucrerie étant le « centre organisateur » – pour emprunter un terme d'embryologie – du complexe industriel et ARD celui du pôle d'innovation.

C'est aussi à ce moment là que les collectivités locales et territoriales (le département de la Marne, puis la région Champagne-Ardenne et enfin Reims Métropole) sont « entrées dans le jeu » en apportant un soutien à l'innovation qui n'a jamais fait défaut depuis plus de vingt ans.

Le panorama actuel du site est en somme la résultante directe d'une interaction d'acteurs qui implique désormais des acteurs académiques, avec l'arrivée récente sur site d'écoles prestigieuses comme l'École Centrale Paris et AgroParisTech venues rejoindre les forces locales, Reims Management School et l'Université de Reims Champagne-Ardenne.

Aujourd'hui, la bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle (figure 1), c'est :

- un écosystème multi-entreprises, qui transforme principalement du blé et de la betterave pour élaborer des produits destinés aux industries alimentaires – une priorité –, mais aussi aux industries chimiques, cosmétiques, pharmaceutiques, à l'industrie de l'emballage et du conditionnement, des carburants et combustibles...;
- et également un site qui héberge une plate-forme d'innovation permettant de couvrir un large champ d'investigations, depuis le stade de la recherche en laboratoire jusqu'à la démonstration industrielle.

Cette configuration, quasi unique en Europe, fait de ce site l'une des « vitrines » du pôle de compétitivité « Industries & Agroressources » qui est considéré en France comme le pôle de compétitivité dédié aux bioraffineries [2].

Avant même que l'on parle de l'émergence d'une « nouvelle bioéconomie », à la fois comme opportunité et comme nécessité, les agriculteurs de cette région ont pu et su démontrer une réelle capacité à s'organiser pour faire face à une demande en biomasse qui s'annonce croissante pour satisfaire des besoins de plus en plus nombreux et divers.

À l'heure d'une « nouvelle bioéconomie »

Depuis quelques années, le terme de bioéconomie apparaît de plus en plus fréquemment dans les documents officiels des administrations américaines et européennes (voir encadré 1), et notamment depuis que l'OCDE a publié un certain nombre d'études à ce sujet [4]. Les États-Unis ont ainsi publié en avril 2012 une feuille de route dénommée « National Bioeconomy Blueprint » [5].

Pour ce qui est de l'Europe, la Commission européenne, dans le cadre de la déclinaison de sa stratégie 2020, a publié une communication spécifique sur le sujet : « Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe » [6].

Réalisé dans le cadre du programme européen Becoteps, le document de synthèse, « The European Bioeconomy in 2030 », a servi de cadre à cette communication et a permis de bien préciser les grands enjeux et défis auxquels la planète fait (et doit faire) face et pour lesquels la biomasse, agricole, forestière et marine peut apporter une contribution [7] (figure 2).

La place des bioraffineries au cœur de la bioéconomie

Le travail réalisé dans le cadre du programme Star-COLIBRI, également européen, a permis d'insister sur la

Encadré 1

À propos de bioéconomie

EuropaBio (Association européenne des bioindustries) [3] définit la bioéconomie comme la production de ressources biologiques renouvelables et leur conversion en aliments (homme et animal), bioproduits et énergie, *via* des technologies innovantes et efficientes issues des biotechnologies industrielles.

Le but ultime de la bioéconomie est d'aider l'Europe à rester compétitive, innovante et prospère en fournissant des emplois et une croissance économique « soutenable, intelligente et inclusive », tout en assurant la protection de notre environnement et des ressources. Cela signifie une économie basée, en plus de l'alimentation humaine et animale, sur un accroissement de carburants dérivés de la biomasse, de produits chimiques et de matériaux produits et « sourcés » de façon « soutenable », comme une alternative à notre lourde dépendance vis-à-vis des ressources fossiles « finies ».

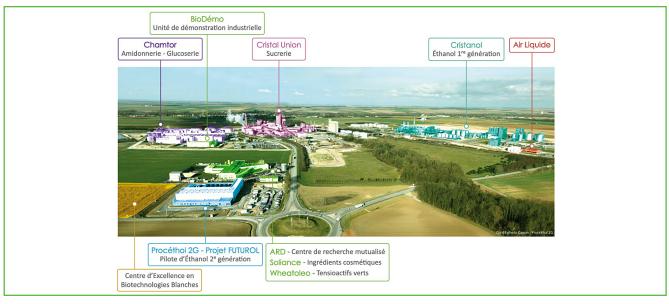


Figure 1.

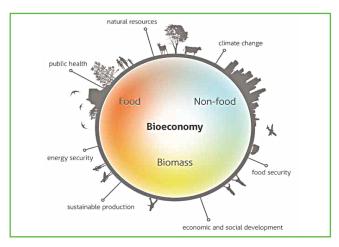


Figure 2. Source : Becoteps White Paper.

place et le rôle des bioraffineries dans cette « nouvelle bioéconomie », en proposant à la fois une vision de leur développement en 2030 et une « roadmap » pour 2020 [8].

Parallèlement à ces travaux, EuropaBio engageait en 2011 avec plusieurs de ses membres industriels – dont ARD – une étude dénommée « Biorefinery feasability study » qui a également participé à fonder, dans la perspective d'Horizon 2020, une démarche européenne concertée entre industriels et Commission européenne sous forme d'un projet de PPP (partenariat public privé) dénommé BRIDGE 2020 [9]. Dans la vision du projet, qui vise à soutenir la revitalisation industrielle de l'Europe, les bioraffineries occupent une position charnière dans les chaînes de valeur entre l'amont (la production de biomasse) et l'aval (les marchés).

Parmi les différents marchés ciblés, au-delà de l'alimentaire – pour la biomasse agricole, il s'agit d'une priorité sans cesse rappelée à juste titre –, la bioraffinerie est une porte d'accès à de nombreuses applications, que ce soient des matériaux pour le bâtiment ou l'automobile, des molécules pour la chimie, et bien sûr de l'énergie (carburants et combustibles).

C'est d'ailleurs ce dernier secteur, celui des biocarburants, qui a mis en lumière ces dernières années le concept de bioraffinerie. Concernant le secteur de la chimie, on note depuis quelques années un mouvement vers le « biosourcing », une forme de « remontée » des chaînes de valeur. Ce mouvement a pour origine notamment une initiative américaine du DoE (Department of Energy) qui, à l'aide de ses chercheurs du Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) et du National Renewable Energy Laboratory (NREL), a publié en 2004 une liste, désormais célèbre, de douze molécules considérées comme des « molécules portail » pour la chimie

Encadré 2

Le « top 12 » des building blocks

Liste établie par le Department of Energy en 2004 :

Acides succinique, fumarique et malique

Acide 2,5-furane dicarboxylique

Acide 3-hydroxypropionique

Acide aspartique

Acide glucarique

Acide glutamique

Acide itaconique

Acide lévulinique

3-hydroxybutyrolactone

Glycérol

Sorbitol

Xylitol/arabinitol

biosourcée [10] (encadré 2). Depuis, on assiste à un foisonnement d'initiatives portées le plus souvent par des consortia, dont on peut suivre les développements lors des grands rassemblements internationaux comme International World Congress on Industrial Biotechnology organisé par BIO en Amérique du Nord, ou EFIB (European Forum on Industrial Biotechnology and Biobased Economy) en Europe. En France, l'Association Chimie du Végétal (ACDV)⁽¹⁾ a été mise en place à l'effet de promouvoir... la chimie du végétal [11]!

« Push-pull strategy »

Il semble bien que l'Europe soit aujourd'hui clairement mobilisée pour accompagner le déploiement de la bioéconomie, en agissant à la fois sur le développement technologique (push) et sur l'accès au marché (pull).

• Côté « push »: lancement du programme KETs (« Key Enabling Technologies »)

La Commission européenne a publié en juin 2012 une communication relative aux technologies clés : « A European strategy for Key Enabling Technologies – A bridge to growth and jobs » [12].

« Sur la base de résultats de recherche, d'analyses économiques de tendances de marché et de leur contribution à la résolution de défis sociétaux », la Commission a ainsi ciblé six technologies clés parmi lesquelles figurent les **biotechnologies industrielles**. Cela signifie que des moyens financiers conséquents devraient être affectés à ce type de technologies pour en favoriser la commercialisation. Les autres technologies retenues sont les micro-/nanoélectroniques, les nanotechnologies, la photonique, les matériaux avancés et les technologies de fabrication avancées.

• Côté « pull » : LMI (« Lead Market Initiative »)

Dans le cadre de sa politique industrielle, la Commission a également lancé des réflexions pour soutenir le développement d'un certain nombre de marchés porteurs, parmi lesquels figure notamment celui des produits « biosourcés » (« biobased products ») [13]. Les autres marchés identifiés étant la e-santé, la construction durable, les textiles intelligents, le recyclage et les énergies renouvelables.

Même si tout n'est pas encore arrêté dans le détail, un certain nombre de signaux émis depuis Bruxelles vont dans un sens assez clair pour conforter le secteur de la « nouvelle bioéconomie ».

Bioéconomie, bioraffinerie, biotechnologies industrielles, bioproduits, biomasse...

Ces différents mots et vocables ne peuvent pas être pris les uns pour les autres, mais des liens peuvent aisément être établis entre eux. Ainsi, la bioéconomie (dans sa signification inclusive) englobe-t-elle le concept industriel de bioraffinerie, qui lui-même intègre les progrès de la biotechnologie industrielle et de l'ingénierie métabolique...

De fait, la bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle permet d'illustrer parfaitement l'articulation de toutes ces notions.

La bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle

La bioraffinerie « côté industrie »

Le site de Bazancourt-Pomacle peut être décrit comme un écosystème industriel intégré dans son environnement agricole, en interaction avec le monde de la recherche et les collectivités (figure 3). L'ensemble des synergies et des échanges de flux et de matières (eaux, énergie, coproduits, CO₂, effluents...) déjà identifiés et mis en œuvre en font un sujet intéressant pour les spécialistes d'écologie industrielle qui étudient les métabolismes industriels. Pour certains d'entre eux, l'exemple de Bazancourt-Pomacle « rivaliserait » avec le célèbre exemple de Kalunborg au Danemark, connu pour son rôle pionnier en matière de « symbiose » industrielle et environnementale.

Au niveau de l'équipe environnement d'ARD, en lien avec les industriels du site, un travail plus systématique d'étude du site sous l'angle de « l'écologie industrielle » a été entrepris depuis quelques années. L'approche est double : il s'agit à la fois d'étudier le métabolisme à l'intérieur même du site, et également d'étudier les interactions du site de la bioraffinerie avec son environnement. Cela revient en somme à objectiver ce qui a été fait jusque là avec « le bon sens » qui caractérise le monde agricole.

Un cas d'école pour l'écologie industrielle

La bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle jouit d'une notoriété croissante en tant que bioraffinerie intégrée; le tout nouveau cercle des bio-économistes mis en place par des hauts fonctionnaires du Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux (GGAAER) ne vient-il pas dans un ouvrage récent – Les « triples A » de la bio-économie – d'identifier le complexe de Bazancourt-Pomacle comme l'une des deux plates-formes exemplaires de bioraffinerie dont dispose la France [14] ?

Cette notoriété tient pour partie à l'existence de la plateforme d'innovation animée par ARD, mais aussi pour une part à cette organisation industrielle intégrée.

La description de l'ensemble des synergies mises en place sur le site mériterait en soi tout un développement, qu'il s'agisse de ce qui concerne le site en lui-même ou l'interaction avec l'environnement immédiat. Comme évoqué plus haut, ce travail est actuellement en cours, dans le cadre d'une étude de cas qui prend précisément en compte cette problématique du « métabolisme industriel ».

Globalement, le site transforme annuellement près d'un million de tonnes de blé et deux millions de tonnes de betteraves. Ce sont aussi près de 1 000 emplois, dont environ 150 au niveau de la plate-forme d'innovation.

Les principaux échanges et synergies portent sur l'eau (réutilisation de l'eau issue des betteraves lors de l'extraction du sucre), la vapeur (secours réciproque), les produits (utilisation en distillerie de tous les coproduits présentant un potentiel fermentescible).

La capture du CO₂, au niveau des fermenteurs de la distillerie, est une spécificité du site qui mérite également d'être soulignée, tout comme l'installation d'une chaudière de production de vapeur base biomasse, ainsi que celle d'un méthaniseur pour différents flux solides et liquides.

Les interactions portent aussi sur les relations avec l'agriculture au travers d'un suivi agronomique précis des épandages, de la valorisation agronomique de tout ce qui peut l'être (restitution des éléments fertilisants sur les sols agricoles), de l'utilisation des pulpes dans les élevages locaux...

Les interactions avec la population locale sont également prises en compte au travers d'une structure de dialogue portant sur les questions environnementales (odeurs, transport...).

La bioraffinerie « côté recherche »

ARD : expression de l'implication des agriculteurs dans la recherche via leurs coopératives

Comme cela a été évoqué un peu plus haut, le centre de recherche ARD s'est installé sur le site au début des années 1990. À cette époque, ARD avait déjà quelques années d'existence et disposait d'installations réparties sur différents sites industriels (Bétheniville dans la Marne, Vauciennes dans l'Oise) et universitaires (Université Technologique de Compiègne). Sa raison d'être n'a jamais changé : ouvrir le champ des possibles en termes de débouchés industriels pour les agroressources et valoriser la plante entière. Ses principaux actionnaires – Siclaé avec Vivescia en tête de file et Cristal Union – sont par ailleurs les principaux acteurs industriels de la bioraffinerie.

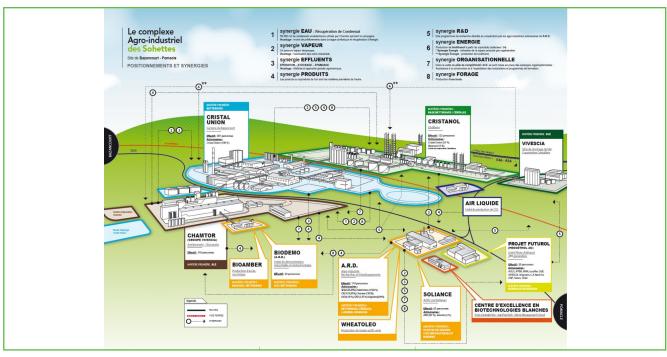


Figure 3.

Au fil des années et de la réalisation de programmes, portant principalement sur les céréales et les betteraves, un certain nombre de résultats ont permis d'envisager des développements industriels et commerciaux dans les domaines de l'énergie, de la cosmétique et de la détergence. La première et principale réussite est incontestablement la création et le développement de Soliance qui, sur la base de produits mis au point par ARD, a pu pérenniser une activité commerciale dans la cosmétique en devenant une référence pour les plus grands acteurs mondiaux du secteur.

Bioattitude est également une « spin-off » d'ARD ; cette entreprise intervient dans le domaine de la détergence industrielle avec des produits formulés à partir de tensioactifs mis au point par ARD. Récemment, ARD a créé sa propre filiale pour produire et commercialiser une gamme de tensioactifs obtenus soit par voie de greffage sucre/alcool gras, soit par fermentation. Wheatoléo est actuellement en phase de lancement.

D'autres réalisations peuvent être mises à l'actif des ingénieurs et techniciens d'ARD. C'est ainsi que ARD a activement participé à la création de BioAmber qui est aujourd'hui le seul producteur mondial d'acide succinique obtenu par fermentation. Dans sa phase initiale, BioAmber était le nom d'une joint venture entre ARD et DNP-Green Technology, une compagnie nord-américaine . Aujourd'hui, ARD fabrique dans son unité de démonstration (BioDémo) de l'acide succinique pour BioAmber sur la base du procédé mis au point dans le cadre de la joint venture.

L'effet « pôle de compétitivité » avec la création de IAR

Il est clair que les régions Champagne-Ardenne et Picardie n'auraient pas obtenu en 2005 la création du pôle de compétitivité IAR (Industries & Agroressources) si des structures « pionnières » comme ARD en Champagne-Ardenne et CVG en Picardie n'avaient pas préexisté, l'une et l'autre de ces structures pouvant être considérées dans sa région comme l'emblème de l'engagement des acteurs agricoles, industriels, universitaires et politiques dans la valorisation industrielle des agroressources. Aujourd'hui, alors que les pôles de compétitivité abordent la troisième phase de leur existence (phase 3.0), on peut dire que le « label pôle » a été profitable pour des structures comme ARD, par un effet « accélérateur d'initiatives ». C'est ainsi que depuis la création du pôle IAR en 2005, un certain nombre d'investissements majeurs ont été réalisés sur le site de Bazancourt-Pomacle. Côté industrie, on notera la construction de Cristanol pour la production d'éthanol (280 000 t), une usine dotée d'une centrale de production de vapeur base biomasse (30 t/heure) et d'une unité de capture de CO₂ (investissement Air Liquide). Côté plate-forme d'innovation, on notera la construction du pilote du projet Futurol⁽²⁾ (éthanol de deuxième génération, base lignocellulose, par la compagnie Procéthol 2G) [15] et celle de la plateforme de démonstration BioDémo par ARD. Ce dernier investissement (22 M€ dont 5 M€ de fonds publics) place ARD dans le top des plates-formes européennes dédiées aux biotechnologies industrielles.

ARD et IAR ont en somme partie liée au niveau de l'espace européen. Ils sont tous deux membres fondateurs de la toute nouvelle association (de droit belge) BIC (« Biobased Industries Consortium ») qui représente la partie « privée » du PPP BRIDGE 2020. La participation de ARD témoigne à la fois de l'implication de ses actionnaires majeurs (Siclaé/Vivescia et Cristal Union), mais aussi de sa capacité à se positionner comme plate-forme d'innovation ouverte pour participer à la réalisation des projets à venir.

La création de BRI (Bioraffinerie Recherches et Innovations)

BRI (Bioraffinerie Recherches et Innovations) marque une nouvelle étape dans la vie d'ARD. Il s'agit en somme d'une « phase d'ouverture » : une ouverture à la fois vers d'autres acteurs (hors du cercle des actionnaires) et au monde de la recherche académique. En fait, depuis sa création, ARD a développé une culture du partenariat, tant en amont, vers la recherche académique, qu'en aval, vers des industriels « utilisateurs ».

BRI répond aux critères de plate-forme d'innovation tels que définis par la Direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services (DGCIS) du Ministère en charge de l'Industrie, à savoir le Ministère du Redressement productif. Labellisée par le pôle IAR, BRI a été sélectionnée dans le cadre d'un appel d'offres organisé par la DGCIS et la Caisse des dépôts et consignations en 2008 dans le contexte de la phase 2.0 des pôles.

Sur la base des savoir-faire d'ARD, la plate-forme BRI met particulièrement en avant le fractionnement du végétal, les biotechnologies industrielles et la chimie du végétal, avec un focus particulier sur la valorisation des sucres par fermentation.

Une plate-forme « sucres et biotechnologies industrielles »

Le développement à grande échelle des fermentations industrielles est largement conditionné par l'accès à des sources de sucres (hydrates de carbone) à la fois abondantes et au meilleur coût. Alors même que des progrès considérables ont été réalisés dans les sciences du vivant (biologie de synthèse et ingénierie métabolique notamment) – des progrès tels que l'on peut aujourd'hui envisager de produire par fermentation de très nombreux produits chimiques de type « drop-in », c'est-à-dire directement injectables dans les circuits de la chimie base pétrole –, l'accès aux substrats demeure un facteur limitant.

Telle que positionnée, au cœur d'un grand bassin céréalier et betteravier, la plate-forme BRI offre un accès privilégié aux substrats dits de première génération (amidon, glucose, saccharose) et, par sa participation dans le projet Futurol, ménage un avenir dans lequel pourraient être pris en compte des sucres « pariétaux », c'est-à-dire issus de l'hydrolyse de la biomasse lignocellulosique, de type C5 (xylose, arabinose...) et C6 (glucose, mannose...).

Du laboratoire à la démonstration industrielle

À ce jour, compte tenu des investissements structurants réalisés au niveau de la plate-forme, avec en particulier la mise en route de BioDémo, BRI permet d'envisager la conduite d'un projet depuis la phase laboratoire (quelques litres) jusqu'à la démonstration industrielle (quelques centaines de m³). Des accords de partenariats spécifiques *via* le pôle IAR permettent également d'envisager des liens avec des structures spécialisées dans la construction de souches innovantes. En France, les principaux pôles d'appui se trouvent à Toulouse (TWB) et à Evry (Genopole).

Vers un campus d'un nouveau type

Sur le plan académique, la plate-forme d'innovation BRI bénéficie de l'installation sur site (en cours) du CEBB (Centre d'excellence en biotechnologie blanche). L'arrivée des grandes écoles marque incontestablement une étape dans le déploiement du site et renforce son originalité.

Les chaires du CEBB et leurs grandes lignes de force

Face au dynamisme de cet ensemble agro-industriel, dont ils ont accompagné le développement depuis son origine, les collectivités locales (la région Champagne-Ardenne, le département de la Marne et Reims Métropole) ont souhaité, en accord avec les opérateurs industriels, créer un pôle de recherche académique en biotechnologie au plus près des problématiques industrielles, et pouvant constituer sur ces sujets un pont entre l'industrie régionale et les grandes universités que sont l'Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA) et l'Université de Technologie de Troyes (UTT).

L'École centrale Paris (ECP) et AgroParisTech ont en commun d'avoir développé des compétences reconnues internationalement en génie des procédés, science de l'ingénieur par excellence. Ce champ de recherche couvre la mise en œuvre des techniques les plus modernes ainsi que leur extrapolation industrielle, en passant par la modélisation multi-échelle. Il s'agit de répondre aux questions de science qui se posent lorsque l'on souhaite maîtriser au niveau industriel un phénomène mis en œuvre et contrôlé à l'échelle du laboratoire, et de développer des outils qui correspondent à l'attente des utilisateurs. Pour un laboratoire académique, l'opportunité de pouvoir travailler dans un contexte industriel n'est pas si fréquente ; il s'agissait là d'une opportunité rare pour des laboratoires de génie des procédés. Cette proximité avec les milieux industriels permet de comprendre les problèmes posés et d'en extraire les sujets qui vont nourrir l'activité de recherche et de formation des étudiants. Réciproquement, cette proximité doit permettre de fournir aux industriels les éléments de connaissances qui leur sont utiles.

En ce qui concerne l'ECP, une dizaine de chercheurs et de doctorants sont d'ores et déjà au travail dans des laboratoires provisoires mis à leur disposition par ARD. La totalité des travaux qui y sont conduits concernent des problématiques régionales ; la plupart le sont en collaboration avec un industriel ou l'URCA, voire les deux pour quelques projets. Un premier axe de recherche concerne la production de métabolites par fermentation, ou la culture de cellules végétales telle que la production de principes actifs d'intérêt cosmétique ou pharmaceutique par culture de cellules « souches » de vigne, en collaboration avec l'URCA. Le deuxième axe de recherche se concentre sur la mise en œuvre de technologies développées depuis longtemps à l'École centrale pour la purification des métabolites produits, la purification d'acides organiques, de sucres spéciaux, de gaz, d'effluents, etc.

Ces travaux impliquent une sollicitation importante des équipes du Laboratoire de Génie des Procédés et des Matériaux (LGPM) à Châtenay-Malabry. L'orientation de ce laboratoirevers les biotechnologies correspond à une évolution constante depuis une dizaine d'années. Aujourd'hui, plus de la moitié de ses travaux sont orientés vers l'environnement, les bioprocédés et les agromatériaux. La création de cette chaire spécialisée dans un contexte industriel est cohérente avec la mission de l'ECP qui est de former les « médecins des usines et des fabriques », suivant les mots d'Alphonse Lavallée, fondateur de l'École centrale des arts et manufactures. En parallèle à son activité de recherche, l'équipe de l'ECP a pris en charge l'enseignement du génie des procédés dans le cadre d'un mastère spécialisé de l'URCA.

Intégrée au département « Sciences et Procédés Alimentaires et des Bioproduits » (SPAB) d'AgroParisTech, la chaire

ABI (Agro-Biotechnologies Industrielles) se consacre au développement d'une expertise allant de la plante aux valeurs d'usage de matériaux et autres molécules d'intérêt biosourcés dans une approche intégrative. Partant des ressources en matières premières, cette chaire s'intéresse à la mise au point de nouveaux procédés de transformation durables (biotechnologies blanches, chimie verte et sciences séparatives), à la modélisation et à l'évaluation de l'impact économique de ces nouveaux systèmes de production.

Pour mener à bien ses missions, la chaire s'est dotée, à partir d'octobre 2012, d'une équipe pluridisciplinaire qui couvre des domaines d'expertise variés allant de la chimie organique au génie des procédés, en passant par la microbiologie, la chimie analytique et les matériaux. À terme, ce ne seront pas moins d'une vingtaine d'enseignants-chercheurs, doctorants et post-doctorants qui travailleront sur des projets dédiés à la valorisation de la biomasse.

Les activités de recherche actuellement en cours au sein de la chaire ABI s'intéressent aussi bien au développement de nouveaux matériaux/polymères biosourcés à partir de synthons issus de la biomasse lignocellulosique, qu'à la production de molécules d'intérêt par bioconversion de coproduits de la filière diester. De nouveaux projets impliquant les acteurs locaux privés (ARD, pôle de compétitivité IAR) et/ou publics (URCA, Inra) sont également en phase de lancement ou en cours de montage.

En matière de formation, AgroParisTech contribue déjà au développement régional de l'enseignement supérieur, notamment dans le cadre du mastère Masternova codirigé et coaccrédité par RMS. Afin de renforcer ce partenariat local, la chaire ABI a également pour vocation : i) de délocaliser certains modules d'enseignements d'AgroParisTech (cours, TP, TD) sur Reims et de les ouvrir aux étudiants locaux (notamment ceux de l'URCA), et ii) de créer, avec les établissements d'enseignement supérieur champardennais, de nouveaux enseignements dédiés aux agroressources et à leur valorisation.

La chaire RMS est destinée à promouvoir le concept de la bioéconomie car cette nouvelle vague de technologies de rupture que sont les biotechnologies blanches demande à être définie, conceptualisée, caractérisée, expliquée et popularisée dans tous les milieux. Bien sûr, faisant partie d'une grande école de management, il s'agit aussi de former les futurs gestionnaires, les ingénieurs, les chercheurs, qui soutiendront l'avènement de cette bioéconomie.

En tant que chaire du dispositif BRI, ses travaux sont une partie intégrale du processus d'élaboration d'une chaîne intégrée de l'économie de la connaissance : proposer aux deux autres chaires des pistes de marchés prometteurs, des modèles économiques favorables, tout comme répondre aux propositions d'innovations des autres chaires pour identifier des débouchés, des clients potentiels, mais aussi soulever des obstacles ou barrières qui rendront l'innovation difficilement rentable.

Les premières priorités de recherche et d'enseignement ont maintenant été définies par un Conseil stratégique comprenant des représentants des collectivités publiques territoriales et du secteur privé. Des premiers résultats sont attendus début 2014.

Aller plus loin?

Établi à partir d'une sucrerie coopérative construite en 1953 (elle-même sur la base d'une ancienne distillerie), le site

accueille désormais, soixante ans après, des étudiants et chercheurs académiques : que de chemin parcouru !

La bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle peut maintenant être considérée comme un modèle à plusieurs titres et l'expression:

- d'une approche « bottom up », c'est-à-dire d'un processus de valorisation des ressources locales par des acteurs locaux, dans un contexte local;
- d'initiatives plurigénérationnelles, puisque près de trois générations poursuivent une œuvre avec persistance et dans un temps long;
- d'une expérience industrielle « aux champs » par opposition à des réalisations « sur l'eau », c'est-à-dire auprès des ports ou même à des réalisations péri-urbaines ;
- d'un esprit d'innovation, quels que soient les cycles économiques, politiques ou climatiques;
- d'une complémentarité exemplaire entre les partenaires académiques, industriels et politiques.

Quelles sont les perspectives pour l'avenir ?

Toujours plus de coopérations... La coopération est dans les gènes du site. Dans la mesure où le site est amené à grossir, à se diversifier, à faire des émules et attirer les regards, la coopération pourrait s'étendre à d'autres acteurs :

- par une intégration plus poussée en aval, par exemple vers des applications en co-entreprises ;
- par des ouvertures de capital ou de propriété intellectuelle de plus en plus élaborées et diversifiées avec des acteurs nouveaux:
- par le recours à des talents de plus en plus variés, tant géographiquement que professionnellement.

La plate-forme d'innovation bénéficie du support de la Fondation d'entreprises Jacques de Bohan dont la vocation est la promotion du concept de bioraffinerie comme source d'industrialisation et de revitalisation de l'espace rural. Siclaé et Cristal Union sont les deux entreprises porteuses de cette fondation.

Notes et références

- (1) L'ACDV a pour vocation de réunir les acteurs économiques majeurs des agro-industries, de la chimie et de leurs industries clientes en aval, qui s'engagent dans le développement industriel de la chimie du végétal en France et en Europe [11]. Elle vise à favoriser le développement des intermédiaires chimiques d'origine végétale. Il s'agit des molécules chimiques d'origine végétale entrant dans la composition de produits chimiques finis.
- Le projet Futurol vise à mettre sur le marché un procédé, des technologies et des produits (enzymes et levures) pour assurer la production de bioéthanol de deuxième génération à partir de plantes entières dédiées, mais aussi à partir de coproduits agricoles et forestiers, résidus verts et autre biomasse lignocellulosique [15].
- En Champagne-Ardenne, une agriculture forte de ses hommes et de ses innovations, Farman Communication, 2012.
- Les alternatives végétales aux ressources fossiles Concept et enjeu territorial, Pôle Industries & Agro-ressources, B. Jarry, D. Thomas (eds),
- www.europabio.org/sites/default/files/facts/boosting-the-eubioeconomy.pdf

- La bioéconomie à l'horizon 2030 : quel programme d'action, OCDE, 2009.
- www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_ bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf
- http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_ sustainable growth.pdf
- www.plantetp.org/images/stories/stories/documents_pdf/brochure_ web.pdf
- The Joint European Biorefinery Vision for 2030 and The European Biorefinery Joint Strategic Research Roadmap for 2020, www.starcolibri.eu/files/files/vision-web.pdf
- www.europabio.org/sites/default/files/report/ europabio and partners biorefinery feasibility study.pdf
- [10] Top value added chemicals from biomass, Vol. I Results of screening for potential candidates from sugars and synthesis gas produced by staff at the Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) and the National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2004, www1.eere.energy.gov/ biomass/pdfs/35523.pdf.
- [11] www.chimieduvegetal.com
- [12] http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key_technologies
- [13] http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/policy/lead-marketinitiative/#h2-3
- [14] Les triples A de la bio-économie. Efficacité, sobriété et diversité de la croissance verte, Le Club des Bio-économistes, C. Roy (coord.), L'Harmattan,
- [15] http://projet-futurol.com









J.-M. Chauvet

F. Allais

Y. Le Hénaff

P.-A. Schieb



Jean-Marie Chauvet (auteur correspondant)

est directeur de projet et responsable de la promotion de la bioraffinerie de Pomacle-Bazancourt chez ARD (Agroindustrie Recherches et Développements) et coordinateur de la plate-forme d'innovation BRI (Bioraffinerie Recherches et Innovations)1.

Allais Florent

M.-A. Théoleyre

est professeur à AgroParisTech et directeur de la chaire « Agro-biotechnologies industrielles »2.

Yvon Le Hénaff

est directeur général d'ARD1.

Pierre-Alain Schieb

est professeur à la Reims Management School et directeur de la chaire de Bioéconomie industrielle³.

Marc-André Théoleyre

est professeur à l'École Centrale Paris, Centre d'excellence en biotechnologie blanche, Laboratoire Génie des Procédés et Matériaux⁴.

- ARD, Route de Bazancourt, F-51110 Pomacle.
- Courriels: jm.chauvet@bioraffinerie-innovation.fr; y.lehenaff@a-r-d.fr
- Chaire ABI-AgroParisTech, 247 rue Paul Vaillant-Couturier, F-51100 Reims.
 - Courriel: florent.allais@agroparistech.fr
- Reims Management School, 59 rue Pierre Taittinger, BP 302, F-51061 Reims Cedex. Courriel: pierre-alain.schieb@reims-ms.fr
- Centre d'excellence en biotechnologie blanche, Laboratoire Génie des Procédés et Matériaux, Route de Bazancourt, F-51110 Pomacle. Courriel: marc-andre.theoleyre@ecp.fr



Filtrations sous vide accélérées

De nombreuses filtrations sont encore effectuées avec des trompes à eau. Dans les laboratoires où l'on filtre beaucoup, les coûts liés à la consommation d'eau et au temps passé sont très importants. En présence de substances volatiles dangereuses, ces produits peuvent se retrouver dans les eaux usées. Le fabricant Vacuubrand propose une large gamme de pompes à vide répondant aux exigences des différentes applications et respectueuses de l'environnement. Ces pompes à vide sèches, 100 % sans huile, se distinguent par un fonctionnement silencieux, une grande robustesse et des intervalles de maintenance très longs. Il existe également des versions « chimie » pour l'aspiration de gaz et vapeurs corrosifs.

Les pompes monoétagées, avec un vide jusqu'à 70 mbar, sont destinées à la filtration de fluides non chargés comme pour la filtration sur membrane en analyse microbiologique. Les pompes ME 1 avec vacuomètre et limitation du vide sont adaptées à l'énumération des staphylocoques dans l'eau potable. Pour la filtration multiposte, la gamme NT comporte des pompes puissantes pour les rampes 3 ou 6 postes. Les pompes à membrane à deux étages comme la MZ 2 NT accélèrent la filtration des fluides chargés grâce à son vide limite de 7 mbar. Elles sont aussi indiquées pour la filtration stérilisante des milieux de culture. Que ce soit en version aluminium ou PTFE, les pompes Vacuubrand disposent de technologies de membranes renforcées particulièrement résistantes.

Source: Vacuumbrand, 08/05/13