



LA NATURE AU COEUR DE L'INNOVATION

BIOECONOMIE, BIOMIMETISME ET AUTRES OPPORTUNITES OFFERTES PAR LE VIVANT

Synthèse du webinaire
du 23 octobre 2025

Mouvement
des Entreprises
de France 



Sophie MARQUIS
Déléguée générale
Association Chimie du Végétal



- ▶ La bioéconomie consiste à **utiliser des ressources issues de la nature** (agricoles, forestières, maritimes, biodéchets) pour produire de **l'alimentation, des matériaux, de l'énergie et des produits utiles à notre quotidien**, en alternative aux ressources fossiles. On parle de **produits biosourcés**. La bioéconomie englobe toutes les activités liées à la production, à l'utilisation et à la transformation de la biomasse des bioressources.
- ▶ La bioéconomie est une réalité économique et industrielle. En France, plus de la moitié des énergies renouvelables sont issues de la biomasse. 11% des ressources utilisées par le secteur de la chimie sont issues du végétal.
- ▶ Dans le secteur de la bioéconomie, on se trouve dans des **schémas de productions associées, de valorisation en cascade et d'interdépendances**. C'est un **modèle systémique et circulaire**.
- ▶ La bioéconomie ne doit pas être vue comme une « simple » substitution technique aux ressources fossiles ou option technologique, **c'est un véritable levier de la transition vers une économie durable** : utilisation de ressources renouvelables, captation du carbone par les végétaux, économie locale et réindustrialisation, création d'emplois...
- ▶ La plus-value des produits biosourcés, dont les applications sont multiples, sont leur **faible empreinte carbone et les propriétés intrinsèques du vivant** (performances thermiques, acoustiques, hygrométriques, matériaux plus respirants, moins d'émissions de COV, etc.). Le vivant est un laboratoire de R&D de plusieurs milliards d'années.
- ▶ Demain, l'usine du futur, c'est la cellule. Nous sommes capables de programmer des micro-organismes pour leur faire produire des molécules d'intérêt. Et ce dans les conditions de production du vivant (température, pression, etc.) qualifiées de douces et par conséquent moins impactantes que les procédés pétrochimiques traditionnels.
- ▶ La bioraffinerie, unité de transformation de la biomasse en plusieurs produits, permet une **optimisation des valorisations des ressources**. **Les déchets des uns deviennent les ressources des autres. Les boucles de production, transformation, consommation sont locales**.
- ▶ La bioéconomie est une industrie de temps long, la temporalité de la R&D n'est pas toujours la même que celle des politiques ou des investisseurs. Les financements sont nécessaires mais les retours sur investissement pas toujours immédiats.
- ▶ Il y a un **fort enjeu de compétitivité**, par rapport aux produits pétrosourcés et autres produits auxquels la bioéconomie cherche à se substituer d'une part, et à l'échelle internationale d'autre part. Nous ne sommes pas les seuls à avoir perçu la bioéconomie comme un **enjeu stratégique**. Une course contre la montre est lancée pour que l'industrialisation se fasse aussi en Europe.



Caroline PETIGNY Directrice RSE, Communication et Affaires publiques, AFYREN



- ▶ Le carbone biogénique se renouvelle beaucoup plus rapidement que le carbone fossile. **La bioéconomie permet de décarboner les activités via la « défossilisation ».**
- ▶ La nature est la plus grande usine de production au monde, l'Homme n'a de cesse de s'en inspirer. C'est ce qu'essaye de faire AFYREN via le développement de sa **technologie biomimétique permettant de transformer les résidus de biomasse (notamment la pulpe et la mélasse de la betterave à sucre) par fermentation via l'utilisation de micro-organismes naturels (i.e. non modifiés).**
- ▶ L'une des grandes forces de la technologie développée par AFYREN est que le procédé s'adapte à différents types de biomasse.
- ▶ AFYREN produit ainsi **7 acides carboxyliques biosourcés**, qui existent dans la nature et sont **utilisés dans l'industrie dans divers secteurs** (arômes et parfums, alimentation humaine et animale, lubrifiants, matériaux, cosmétique, pharmacologie, agriculture), soit comme tels soit sous formes dérivées.
- ▶ La technologie reposant sur des micro-organismes naturels présente **plusieurs avantages** : adaptation à différents types de biomasse, recyclage de l'eau (voire production excédentaire d'eau), empreinte carbone divisée par 5 par rapport aux produits pétrosourcés, impact sur la biodiversité minimisé via l'utilisation de résidus de biomasse (pas d'usage des sols additionnel). Le tout dans le respect des 12 principes de la **chimie verte**.
- ▶ **Le procédé est circulaire** dans la mesure où tout ce qui entre dans le système est valorisé : les résidus de biomasse sont fermentés, l'eau est recyclée, les résidus solides sont utilisés comme engrains en agriculture biologique du fait de leur richesse en potassium. La plupart des applications visées des produits finaux sont en lien avec le vivant. **Les chaînes de valeur sont toutes imbriquées.**
- ▶ **L'enjeu le plus stratégique est l'approvisionnement en matières premières.** Un dialogue a été engagé avec le fournisseur pour améliorer leur durabilité et accompagner les agriculteurs sur le chemin d'une économie régénérative. L'entreprise et ses dirigeants portent la conviction de la préservation du vivant et de leur contribution à sa régénération, de l'inscription de l'entreprise dans les limites planétaires et ce notamment pour sa survie.
- ▶ La technologie d'AFYREN vise **la robustesse et la résilience**.



Alain RENAUDIN Président de NewCorp Conseil Fondateur de la Biomim'expo



- ▶ Le vivant constitue à la fois les plus belles et les plus anciennes entreprises du monde. On le redécouvre depuis quelques années et les choses s'accélèrent. Innover en s'inspirant du vivant n'est pas nouveau. Ce qui l'est en revanche, ce sont nos enjeux : produire moins de déchets, consommer moins de matière et d'énergie... On reprend conscience que **le vivant autour de nous est un formidable designer, logisticien et fabricant de matériaux**.
- ▶ **Le vivant est toujours économique et malin, c'est ça qui inspire les entrepreneurs.** Le vivant, ce n'est ni de la *high tech* ni de la *low tech*, c'est de la **smart tech**. Le principe de l'évolution darwinienne est que ce qui ne fonctionne pas et n'est pas adapté est éliminé. Donc ce que nous voyons autour de nous fonctionne, il nous revient de nous demander pourquoi cela est fait comme ça et le service que ça rend.
- ▶ Quelques exemples de biomimétisme :
 - Les *winglets* des avions sont inspirés des rémiges primaires des rapaces. Cela permet de réduire la consommation de carburants ainsi que les turbulences.
 - La structure alvéolaire des os, composée davantage d'air que de matière, inspire les architectes et permet de réduire l'utilisation de béton de 40% pour les mêmes capacités de portance, d'absorber les chocs et de dissiper de l'énergie.

- Produire de la couleur bleue sans chimie ni pigments sur le modèle des ailes de papillon morpho qui, par superposition de 4 strates d'écaillles, permet une diffraction de la lumière blanche à l'origine de la couleur bleue.
 - Corwave a créé une pompe cardiaque à ondulation sur le modèle des poissons qui propulse le liquide de l'extérieur vers le centre avec plus de puissance à iso-énergie. Cette pompe cardiaque est plus petite (donc moins intrusive), a une plus grande autonomie énergétique et recrée un pouls que les patients n'ont pas aujourd'hui avec un pacemaker traditionnel. Cette start-up a levé 80 M€.
- En France, ces dernières années, **les start-ups du biomimétisme ont levé plus de 1,5 Md€.**
- Les innovations biomimétiques sont **des outils d'optimisation, de création de valeur et d'anticipation**. Elles sont disruptives, originales et permettent de se différencier.
- La bioinspiration, le biomimétisme, l'innovation au service de la biodiversité sont un chemin qu'on a un peu oublié de prendre, qu'on redécouvre. Parfois le chemin est un peu escarpé, mais la vue est belle.
- Nous n'avons pas d'autre choix que de protéger la biodiversité qui nous entoure, on en dépend. La biodiversité est une solution au problème carbone. Si vous innovez en vous inspirant du vivant et que vous lui rendez service en même temps, alors vous contribuez au bien commun et à la pérennité de votre entreprise. Il faut s'immerger dans l'écosystème, aller à la rencontre d'autres entreprises, de la recherche, être attentif à son environnement extérieur (à l'instar du vivant), aller parfois chercher les solutions à l'extérieur de son entreprise, les compétences aussi. **Se connecter au réseau permet de gagner du temps et de l'argent.**



- M2i est une PME de 200 personnes avec une quarantaine de familles de brevets, 150 autorisations de mises sur le marché, qui produit des phéromones. **Ces phéromones sont des odeurs sexuelles sécrétées par les insectes femelles pour communiquer avec et attirer les mâles. M2i reproduit ces odeurs pour empêcher les mâles de trouver les femelles via :**
- Le piégeage : le mâle est attiré par l'odeur des femelles et se retrouve piégé.
 - La confusion sexuelle : diffusion d'un nuage de phéromones par la pulvérisation de nanocapsules biodégradables faites à base de cire d'abeille et d'huile de tournesol. Mâles comme femelles meurent à l'issue de leur cycle de vie naturel.
- Une femelle non fécondée représente entre 400 et 500 larves en moins par femelle.
- Pour s'adapter aux besoins du monde agricole, M2i a développé des méthodes d'application au plus proche des pratiques des agriculteurs. Par exemple, pour la vigne, des clips imbibés de phéromones fabriqués à partir de lin et de polymères recyclés sont mis en place par les agriculteurs lors du palissage des vignes.
- Une autre solution repose sur des billes de paint-ball fabriquée à partir de cire d'abeille et d'huile de colza qui sont tirées dans des arbres hauts pour lutter par exemple contre la chenille processionnaire des pins.
- **M2i s'inspire du vivant pour reproduire quelque chose qui ne tue pas**, contrairement aux pesticides traditionnels. Les solutions développées par l'entreprise sont **spécifiques aux espèces ciblées et appliquées sur un espace donné**.
- Il y a des possibilités pour le monde agricole. **M2i travaille avec les instituts supérieurs de l'agriculture et les lycées agricoles** pour que le **biocontrôle** soit enseigné aux lycéens, aux enseignants et via la formation continue pour les agriculteurs.
- **La santé du monde agricole, des riverains et du consommateur final doit être au cœur des préoccupations.** C'est pour cela que l'entreprise fait la promotion des méthodes alternatives existantes.
- M2i travaille main dans la main avec le WWF mais aussi avec la FNSEA, qui avait créé les contrats de solution proposant aux agriculteurs toutes les solutions disponibles sur le marché pour réduire l'utilisation des pesticides, herbicides et fongicides qui peuvent avoir des conséquences sur leur vie quotidienne.

- ▶ Ces solutions sont aussi efficaces que les pesticides traditionnels. Les produits commercialisés sont soumis à un contrôle très strict de l'ANSES en termes de non-toxicité, la non-écotoxicité, l'absence de résidus, l'absence de conséquence dans les eaux, les sols et sous-sols, ainsi que sur l'efficacité du produit qui doit l'être autant qu'un produit traditionnel. Tout ceci doit être démontré aux autorités sanitaires.
- ▶ Sur un hectare de vigne, 135 g de phéromones sont utilisés, mélangés à un litre d'eau. L'être humain ne sent pas l'odeur associée, il n'y a aucune conséquence au quotidien sur la vie humaine, qu'il s'agisse de l'agriculteur, du riverain ou du consommateur final.
- ▶ 90% des produits à base de phéromones disponibles dans les surfaces de grande distribution proviennent de M2i Life Sciences. L'entreprise travaille également avec les collectivités locales, qui doivent se conformer à l'interdiction d'utilisation des pesticides instituée par la loi Labbé, ainsi qu'avec les agriculteurs (coopératives, négocios), en France et à l'étranger.
- ▶ Parmi les autres produits développés par M2i, on retrouve :
 - Un produit à destination des chats reproduisant l'odeur de la mamelle de la maman chat, un apaisant pour les chats, mais également un répulsif pour les souris.
 - Un autre reproduisant une molécule présente dans les excréments du loup. Des colliers imbibés de cette odeur sont placés autour du cou des brebis, créant un effet répulsif pour les loups qui s'approchent (le loup craint le loup).

Questions - réponses

Quelle est la dynamique de développement de vos entreprises et la place qu'y occupe la R&D ?

- ▶ Christian LE ROUX : Nous dépendons essentiellement du crédit impôt recherche, il ne faut surtout pas y toucher. Pour les grandes entreprises du secteur, un pesticide traditionnel représente cinq années de R&D, cinq ans de mise sur le marché réglementaire et 250M\$. Pour une entreprise comme M2i, cela représente deux ans de laboratoire et d'essais en champs, une année réglementaire et 1M€. Néanmoins, pour développer rapidement une large gamme de produits, cela n'est pas possible. C'est ici que le soutien de l'Etat via le CIR est particulièrement précieux, nous avons cette chance.
- ▶ Caroline PETIGNY : AFYREN dispose de trois sites en France, dont une usine à Saint-Avold. L'enjeu est de développer cette usine et d'augmenter sa capacité de production pour répondre à la demande de plus en plus forte de la part des secteurs applicatifs. L'objectif est également de s'implanter dans d'autres régions du monde où il y a une forte demande marché, au plus proche des marchés et de la biomasse utilisée. La R&D occupe une place importante (20% du budget) : innover pour améliorer la technologie, tester de nouveaux types de biomasse...

Quel est le profil des collaborateurs chez M2i ? Quels sont les profils des start-ups ?

- ▶ Christian LE ROUX : il s'agit essentiellement de chercheurs et d'ingénieurs en chimie, en entomologie, en biologie, pour une moyenne d'âge entre 30 et 35 ans. Des collaborateurs très impliqués et enthousiastes à l'idée de faire quelque chose de favorable à la planète. Concernant les start-ups, l'écosystème de la ferme digitale regroupe environ 250 entreprises qui traitent des micro-organismes, les huiles essentielles, les drones, tout ce qui peut améliorer le fonctionnement quotidien du monde agricole.

Quelle est la part des produits à base de phéromones utilisés versus les pesticides traditionnels en France ?

- ▶ Christian LE ROUX : la part des produits à base de phéromones est environ entre 5 et 10% par rapport aux produits conventionnels. Les choses progressent naturellement, avec également une prise de conscience d'Etats : 40 pesticides ont été interdits sur le territoire de l'UE et des clauses miroir s'appliquent. Ces clauses ouvrent des marchés et permet à M2i de proposer ses solutions aux pays étrangers afin qu'ils puissent maintenir leurs exportations vers les pays de l'UE.

Comment gérez-vous le risque associé aux interdépendances au sein de votre chaîne de valeur ?

- ▶ Caroline PETIGNY : la gestion du risque est en effet primordiale, on ne peut pas dépendre d'un unique fournisseur. AFYREN dispose d'un large panel de clients et de marchés, cette diversification constitue une force lorsqu'un marché donné se porte un peu moins bien. En termes de fournisseurs, il faut construire des relations fortes avec des fournisseurs solides. L'entreprise a fait le choix d'avoir un fournisseur important et stratégique permettant de nouer un partenariat de long terme. Néanmoins, un important travail de veille permanent doit être réalisé, notamment sur le monde agricole (aléas). En tant qu'entreprise, il faut apprendre à travailler correctement dans un monde fluctuant.

Quels sont les dispositifs d'aides auxquels vous faites appel ?

- ▶ Caroline PETIGNY : des fonds booster, des pépinières, Bpifrance, programmes Industrie verte et France relance, des fonds européens (programme pour la bioéconomie CBJU), Ademe.
- ▶ Christian LE ROUX : PNRI de l'INRAe, plans France relance et pour la relocalisation, programme France 2030.