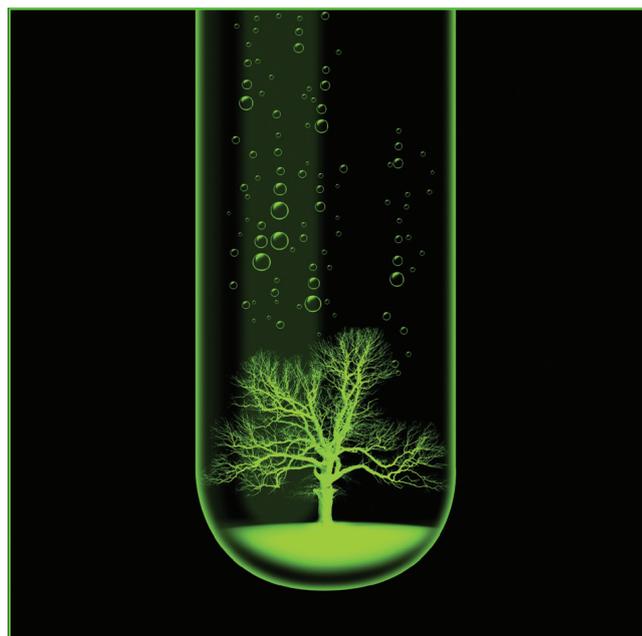


# Une chimie verte et durable

## De l'innovation à l'industrie ?

Joël Barrault



© INFINITY - Fotolia.com

Avec l'impact environnemental croissant des activités humaines et l'épuisement des matières premières fossiles privilégiées jusque-là, le concept de développement durable revêt une importance majeure. Face à la raréfaction du pétrole, indépendamment des aspects géopolitiques et environnementaux, des solutions alternatives, souvent peu compétitives aujourd'hui, peuvent le devenir plus rapidement si la dimension écologique est prise en considération. La biomasse fournit des produits importants comme les molécules et macromolécules glucidiques (glucose, fructose, saccharose, amidon, cellulose, pectines, hémicelluloses, inuline, alginates, chitine, lactose...), et d'autres composés tels que les triglycérides et les terpènes. Parallèlement à leur utilisation dans le domaine prioritaire de l'alimentation, il existe tout un domaine de valorisation non alimentaire de ces ressources, en particulier de la fraction alimentaire non viable.

Des valorisations de la biomasse allant de grands intermédiaires pour des applications dans de nombreux secteurs industriels à des molécules à haute valeur ajoutée utilisées dans le domaine de la santé, en passant par la formulation de matériaux durables et l'obtention de biocarburants, se sont développées. Il reste beaucoup à faire et à titre d'exemple, dans les applications énergétiques, un produit (souvent le glucose) est très majoritairement extrait laissant de nombreux coproduits dont la valeur intrinsèque se trouve souvent altérée irrémédiablement par le procédé choisi.

Il nous faut donc continuer d'examiner l'opportunité de mettre au point de nouvelles approches de bioraffinerie pour

générer d'autres synthons, des fractions intermédiaires et, plus généralement, des produits et des matériaux nouveaux. Ces nouvelles approches doivent être à la fois écocompatibles et suffisamment robustes pour prendre en compte l'inévitable variabilité des agroressources. Cette évolution doit toujours se poursuivre sans générer une concurrence dangereuse aux usages alimentaires des surfaces agricoles. Pour trouver des solutions économiquement viables, il faut accroître le développement d'une chimie et d'une enzymologie du végétal intégrant, le plus en amont possible, la plante dans son intégralité et proposer des voies de transformations adaptées à la fois aux agroressources et aux cibles visées.

En effet, au sein de ces agroressources, les molécules et macromolécules d'intérêt sont présentes dans les tissus et organites sous forme d'assemblages complexes dont la structure et les mécanismes de formation ne sont pas complètement élucidés. Le fractionnement raisonné (bioraffinage) de ces assemblages, pour utiliser au mieux le potentiel de chaque constituant, nécessite à la fois une bonne connaissance de leur structure et l'utilisation couplée de méthodes physiques, enzymatiques et chimiques (plus généralement catalytiques) pour les désassembler. Les procédés en résultant doivent être optimisés dans le cadre d'une chimie plus respectueuse de l'environnement en utilisant le moins possible de solvants organiques, des réactifs ne présentant pas de danger pour l'environnement, et si possible des réactions en milieu condensé. L'utilisation d'activations physiques et la mise au point de réactions chimio-enzymatiques, encore peu développées, représentent des ruptures scientifique et technologique par rapport à l'état actuel des connaissances\*.

Parallèlement, dans un rapport du Commissariat général au développement durable, intitulé *Les filières industrielles stratégiques de l'économie verte*, le constat suivant était effectué : « Les filières de la croissance verte sont les conditions d'une nouvelle « économie verte », qui ne se limite pas à quelques filières et qui doit nous permettre d'adapter nos modes de vie pour que près de 10 milliards d'hommes puissent partager la même planète en 2050 dans des conditions acceptables pour tous, tant en termes de climat que de conditions de vie. Il s'agit donc de construire un système économique qui, à long terme, utilise moins ou mieux la ressource énergétique et les matières premières non renouvelables, une économie à la fois sobre et décarbonée :

- qui émet beaucoup moins de gaz à effet de serre ;
- qui privilégie les ecotechnologies : l'ensemble des technologies dont l'emploi est moins néfaste pour l'environnement que le recours aux techniques habituelles répondant aux mêmes besoins ;
- qui pratique la production et la consommation responsables, pense les productions en termes de cycle de vie\*\* ;

- dans laquelle les transports sont raisonnés, les villes durables, les territoires pensés et gérés globalement selon un mode de développement durable ;
- qui protège et rétablit les services écosystémiques rendus par l'eau, les sols, la biodiversité ;
- qui évalue les effets des décisions sur les générations futures. »

Depuis ces constats, de nombreux programmes de recherche et de développement ont été mis en place dans les pays industrialisés, de nombreux congrès et de nombreuses discussions aux niveaux national et international – portant souvent sur des travaux réalisés dans des laboratoires de R & D pour évaluer de nouveaux concepts, de nouvelles techniques, de nouvelles réactions – ont été organisés, et des milliers de publications, parfois d'un intérêt discutable, ont été présentées...

Par contre, le transfert des résultats les plus pertinents n'a pas suivi pour des raisons scientifiques et économiques ; l'évaluation à l'échelle pilote d'études de laboratoire, de façon à mieux appréhender les aspects « procédés », et les réalisations industrielles ont été beaucoup moins présentées.

Organiser des symposiums plus techniques dans ces domaines en direction de la société est une démarche récente. Dans le cadre de ses missions d'animation culturelle, technique et scientifique, l'Espace Mendès France, CCSTI - Région Poitou-Charentes, en collaboration avec la division de Chimie industrielle de la Société Chimique de France et l'Union des Industries Chimiques PCL (Poitou-Charentes Limousin), ont organisé le 5 novembre 2015 à Poitiers, sous ma responsabilité scientifique, une journée d'entretiens sur la chimie verte et durable (voir encadré) qui a réuni plus de 200 participants.

Le principal objectif était de présenter à un large auditoire (étudiants d'IUT, de masters, doctorants, citoyens...) :

- les gisements de ressources connus (cultures dédiées, coproduits, déchets...);
- les principes du développement durable ;
- des applications industrielles dans différents secteurs comme la cosmétique, les matériaux, la santé, l'agriculture... ;
- certains aspects sociétaux.

Trois exemples de chimie verte et durable issus de cette journée vous sont présentés dans les pages de ce dossier.

\* Joël Barrault et Alain Buléon, GdR CNRS-INRA BIOMATRO.

\*\* L'analyse du cycle de vie (ACV) est l'outil le plus abouti en matière d'évaluation globale et multicritère des impacts environnementaux. Cette méthode normalisée permet de mesurer les effets quantifiables de produits ou de services sur l'environnement. Cette analyse recense et quantifie, tout au long de la vie des produits, les flux physiques de matière

### Programme des conférences de la Journée d'entretiens sur la chimie verte et durable : de l'innovation à l'industrie ? (5 novembre 2015, Poitiers)

- Les principes de la chimie verte pour un développement durable : enjeux scientifiques, techniques et sociétaux, par Joël Barrault.
  - Les ressources renouvelables : les sources de données, les ressources existantes et les volumes supplémentaires disponibles, par Philippe Bonnard (chargé d'études Biomasse/environnement, FranceAgriMer).
  - Une industrie à l'interface de différents secteurs alimentaire, non alimentaire, énergie... : filières et débouchés, par Jean Pierre Barthole (directeur, société DuPont).
  - La création d'une société industrielle : les questions techniques et financières, par Antoine Piccirilli (directeur, Laboratoire Xeres).
  - Produits cosmétiques et produits de santé à partir de matières premières renouvelables : enjeux et perspectives, par Alain Milius (SEPPIC, directeur scientifique, Air Liquide, spécialités pour la santé).
  - Séparation des constituants de substances végétales ou recyclées (bois, pailles...), par Fabienne Perrona (direction, SAS Ecoethanol-Valagro).
  - Molécules actives pour la santé ou/et l'agriculture, issues de végétaux, par Jérôme Guillard (professeur, UFR Médecine Pharmacie).
  - La chimie dans son époque : environnement, chimie douce et chimie verte », par Pierre Teissier (maître de conférences en histoire des sciences et des techniques, Université de Nantes) et Laura Maxim (chargée de recherche, Institut des sciences de la communication du CNRS, Paris).
  - Et l'Europe dans tout ça ?, par Valentin Magord (chargé de mission, Pôle des Éco-Industries de Poitou-Charentes).
- Cette journée a été ponctuée de différents débats.

\* <http://emf.fr/21524/la-chimie-verte-et-durable-de-linnovation-%E2%80%A8a-lindustrie>

et d'énergie associés aux activités humaines. Elle en évalue les impacts potentiels puis interprète les résultats obtenus en fonction de ses objectifs initiaux (source : Ademe).

Qu'il s'agisse d'un bien, d'un service, voire d'un procédé, toutes les étapes du cycle de vie d'un produit devraient être prises en compte pour l'inventaire des flux, « du berceau à la tombe » : extraction des matières premières énergétiques et non énergétiques nécessaires à la fabrication du produit, distribution, utilisation, collecte et élimination vers les filières de fin de vie, ainsi que toutes les phases de transport.



**Joël Barrault**

est directeur de recherche émérite CNRS, président de Valagro Recherche, et secrétaire de la division Chimie industrielle de la Société Chimique de France.

\* Courriels : [Joel.barrault@univ-poitiers.fr](mailto:Joel.barrault@univ-poitiers.fr) ; [Jbarrault@valagro-rd.com](mailto:Jbarrault@valagro-rd.com)

Retrouvez-nous en ligne !

**l'actualité chimique**  
LE JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

**lactualitechimique.org**

Archives, actus, photothèque...