

Vie de la recherche – Research news

Nouvelles questions de recherche en bioéconomie

Paul Colonna^{1,*}, Monique Axelos², Michel Beckert³, Jean-Marc Callois⁴, Julien Dugué⁵, Catherine Esnouf⁶, Bénédicte Herbinet⁷ et Egizio Valceschini⁸

¹ Agronomie, Inra, Paris, France

² Physico-chimie, Inra, Paris, France

³ Génétique, ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, direction générale de la recherche et de l'innovation, Paris, France

⁴ Économie, Irstea, département Territoires, Antony, France

⁵ Économie, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises, Paris, France

⁶ Économie, Inra, Paris, France

⁷ Sciences politiques, Inra, Paris, France

⁸ Économie, Inra, Paris, France

Le 18 janvier 2017, le gouvernement français a publié la Stratégie nationale pour la bioéconomie. Quelques mois plus tard, un colloque européen a été organisé à Paris par l'Inra, l'Irstea et les ministères de la Recherche et de l'Agriculture afin d'identifier les besoins en recherche pour répondre à cette problématique.

Le premier texte est un *position paper* rédigé par un panel de chercheurs et de responsables de la bioéconomie au sein des institutions organisatrices de ce colloque. Il présente les conclusions clés et les recommandations qui leur sont associées en termes de formation et de recherche. On soulignera la référence à la systémique et à la prospective vues comme des approches susceptibles de surmonter les limites disciplinaires et d'éclairer la prise de décision en contexte d'incertitude. Pour nourrir ce débat sur le sens à donner à la bioéconomie et les connaissances à produire pour la saisir et l'accompagner, un débat dont NSS s'est déjà fait l'écho (voir l'article de J. Pahun *et al.*, paru dans le n° 1 de 2018), il nous est apparu intéressant de publier aussi la prise de position du panel d'étudiants et de jeunes chercheurs – les acteurs de demain en recherche dans le domaine de la bioéconomie, comme les désignent les organisateurs du colloque – qui avaient été invités à donner leur point de vue sur les échanges qui ont eu lieu au cours de ce colloque et les conclusions et recommandations qui en ont été tirées.

La Rédaction

Résumé – Le défi de la bioéconomie est de concilier 3 approches différentes : les demandes et les comportements des citoyens-consommateurs, la préservation des écosystèmes et de leurs capacités de production de biens consommables et de services écosystémiques, et le croisement de la rationalité des flux verticaux (filrière) de biomasses, d'énergie et d'informations à celle des usages des sols (systèmes de cultures et forestiers, villes, régions...). Suite au colloque européen sur la bioéconomie les 28 et 29 juin 2017 à Paris, rassemblant 320 personnes venant de pays européens, d'Amérique du Nord et du Sud, et d'Afrique, 5 besoins clés ont été identifiés : (a) le passage des filières au système, (b) le renforcement des leviers technologiques, organisationnels et réglementaires pour les transitions, (c) le besoin de représentations et de modélisations dans une vision à 2050, (d) des politiques publiques dédiées et (e) l'évaluation de la durabilité. 11 recommandations ont été émises pour promouvoir le développement de la bioéconomie.

Mots-clés : recherche / développement durable / bioéconomie / transition / Europe

* Auteur correspondant : paul.colonna@inra.fr

Abstract – New issues to meet bioeconomy challenges and opportunities. The challenge of bioeconomy is to reconcile 3 different approaches: the demands and behaviors of citizens-consumers, the preservation of ecosystems and their capacity to produce goods (from agricultural and forest biomasses and the availability of waste) and ecosystem services, and the cross-fertilization of the vertical flows (pathways) of biomass, energy and information to that of land uses (cropping and forestry systems, cities, regions, etc.). Following the European Bioeconomy Symposium on 28 and 29 June 2017 in Paris, which brought together 320 people from Europe, North and South America, and Africa, 5 key conclusions were identified: (a) the systemic paradigm needed to overcome the limits of disciplines and economic sectors (b) the technological, organizational and regulatory levers to be reinforced to support actors on the path of transition, (c) the need to develop representations and modeling to evaluate *ex ante* effects of technological or organizational choices in a long-term vision 2050, (d) the implementation of bioeconomic policies at the scale of territories based on their pedoclimatic, topographical, institutional and land characteristics, and (e) assessment of sustainability. 11 recommendations were made to promote the development of the bioeconomy.

Keywords: research / sustainable development / bioeconomy / transition / Europe

L'Inra et l'Irstea en lien avec le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, et le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation ont organisé un colloque européen sur la bioéconomie les 28 et 29 juin 2017 à Paris à AgroParisTech¹. Les participants venaient de pays européens (Autriche, Belgique, Allemagne, Finlande, France, Italie, Irlande, Lituanie, Pays-Bas, Espagne, Royaume-Uni) et aussi du Burkina Faso, du Canada, de Colombie, de Gambie, de Géorgie, de Guinée, du Maroc, de Russie et des États-Unis.

Au total, 320 personnes, couvrant un large éventail de parties prenantes (de la recherche académique et de l'enseignement aux domaines économiques) et de disciplines (pour la recherche), ont assisté aux 28 présentations et aux trois tables rondes qui ont eu lieu pendant ces deux journées. La nécessité de nouveaux outils et de nouvelles formes de partenariats et l'implication nécessaire de nouveaux acteurs ont été soulignées. Un panel de jeunes chercheurs présents tout au long de ce colloque a enrichi les échanges et élaboré un document de synthèse en parallèle². Les connaissances partagées au cours de ces deux jours nous donnent l'opportunité de publier une synthèse rassemblant des propositions de nouvelles orientations de recherche nécessaires pour entretenir et stimuler l'avancement de la bioéconomie. Ce document cartographie les questions liées à la bioéconomie et formule des recommandations en matière de R&D.

L'objectif de la bioéconomie (Global Bioeconomy Summit, Berlin, 2015³) est de concevoir un système

durable et résilient de production et de consommation d'aliments, de produits biosourcés et de bioénergies, à partir de biomasses, dans les limites de la planète, c'est-à-dire préservant, voire régénérant, les écosystèmes (biodiversité, sols, eau, air). En englobant les actions de production et de consommation, la bioéconomie se structure à partir de trois ensembles différents: 1) les citoyens-consommateurs et leurs comportements, 2) les écosystèmes et leur service écosystémique de production de biomasses agricoles et forestières ainsi que la disponibilité des déchets, et enfin 3) le croisement de la rationalité des flux verticaux (filrière) de biomasses, d'énergie et d'informations à celle des usages des sols (systèmes de cultures et forestiers, villes, régions...).

Cette approche « système » bénéficiera des études prospectives comme outils pour la scénarisation et l'identification de questions de recherche contextuelles, la création d'agendas stratégiques de recherche, la vérification de la cohérence des connaissances scientifiques et le dialogue avec les décideurs. Elle permet de concevoir un couplage entre scénarios qualitatifs et modélisation quantitative à différentes échelles, ce qui est essentiel pour éclairer les acquis, les incertitudes et les lacunes de connaissances. L'échelle de réflexion la plus pertinente pour coordonner des politiques de recherche et de développement est celle de l'Union européenne; les interactions avec d'autres pays dans le monde devraient apporter des enseignements croisés sur les diverses voies de développement et le poids du potentiel pédoclimatique et des pratiques. 5 conclusions clés ont été identifiées, qui se déclinent en 11 recommandations.

Un nécessaire changement de paradigme

La première conclusion est le changement de paradigme nécessaire pour surmonter les limites des disciplines et des secteurs économiques et ainsi construire une approche systémique dépassant la seule vision par les filières. Les réorientations des régimes alimentaires, le

¹ Le programme du colloque est consultable à l'adresse suivante: https://colloque.inra.fr/bioeconomy2017_fre/Programme3. Une première version de ce texte a été préalablement publiée sur ce site.

² Voir dans ce même numéro, le texte de Béfort *et al.*: Toward a European bioeconomic transition: is a soft shift enough to challenge hard socio-ecological issues?

³ <http://gbs2015.com/home>.

développement des bioraffineries, les usages en cascades successives et la fermeture des cycles de l'azote, du phosphore et du potassium créent ou renforcent des interconnexions entre les acteurs. En conséquence, la bioéconomie s'insère en partie dans l'économie circulaire, qui vise à réduire les quantités de matière et, indirectement, d'énergie utilisées à tous les niveaux par une optimisation des ressources et qui vise à réduire les prélèvements de ressources et les rejets de déchets et polluants.

De nouvelles opportunités économiques apparaissent avec l'évolution des préoccupations sur les pertes et gaspillages, qui font l'objet d'une attention croissante depuis quelques années. La bioéconomie va plus loin en considérant que les systèmes de production sont appelés à des évolutions profondes pour être simultanément productifs et durables. L'agroécologie modifie le contexte de ce changement : les cultures et les systèmes d'élevage devraient s'appuyer sur la diversité génétique, les associations et la succession de cultures en dépassant les spécialisations et les visions marché organisées par les seules filières. La flexibilité du secteur en aval face à la variabilité attendue des ressources de biomasse nécessite de revoir les trajectoires technologiques et les relations entre les acteurs. Face à tous ces défis, un consensus a été atteint sur la nécessité d'une intégration et d'une synergie amont-aval, en matière de bioénergies, de chimie biosourcée et d'alimentation. L'État et les collectivités locales sont des acteurs pluriels agissant du local au global : ils ont chacun un rôle à jouer et doivent se positionner et s'articuler dans la promotion de cette approche systémique, en conjuguant les différentes échelles d'intervention.

Recommandation 1

Ouvrir les formations initiales, supérieures et continues aux postures intellectuelles d'analyse systémique nécessitant une grande créativité et réactivité et donc une capacité à s'adapter à des enjeux multiples et à des environnements très variables.

Recommandation 2

Créer un lieu d'analyse, d'information et de travail pour renforcer la cohérence entre les politiques publiques, qui sont plus ou moins concernées par la biomasse (alimentation, agriculture [CAP], énergie, climat, commerce, ville). Équilibrer les représentations entre la recherche, le secteur économique, les acteurs publics et les associations, aux niveaux nationaux puis européen.

La demande concernant la durabilité et les changements dans l'alimentation, les produits chimiques biosourcés (hygiène, habitat, habillement...) et les bioénergies est renouvelée par plusieurs dynamiques :

- le poids croissant des considérations nutritionnelles dans les orientations de l'alimentation globale, avec les choix individuels touchant à la quantité et aux types d'aliments (par exemple, la part des produits animaux dans l'alimentation) ;
- les capacités de substitution entre les différentes utilisations de la biomasse récoltée (sucres, lipides, protéines, fibres) ;
- la place des bioénergies dans le bouquet des énergies renouvelables ;
- les possibilités de substitution isofonctionnelle de produits issus de sources non renouvelables par des produits biosourcés à moindre impact environnemental, avec une extension du panel de produits chimiques disponibles respectant les réglementations Seveso, Reach, ou sur les émissions de composés organiques volatils...
- la collecte et le partage de données ainsi que la connexion de tous les acteurs pour des choix préalablement éclairés des décideurs publics et des citoyens.

Recommandation 3

Orienter la bioéconomie en regard des ressources, des cultures et des représentations en évolution. En déduire des priorisations d'innovations technologiques et organisationnelles.

Cette problématique bénéficiera d'études à mener sur :

- le passage de politiques axées sur les marchés à des politiques axées sur les citoyens (comportements, santé, réglementations, taxes, qualité de la vie...) et sur les forces pour orienter la bioéconomie actuelle vers des scénarios plus durables ;
- les rôles respectifs du marché, de la réglementation, des démarches collectives et des normes sociales (ou du contexte socioculturel) dans l'évolution des choix des consommateurs ;
- les répercussions des inégalités dans l'accès à une alimentation équilibrée – de manière quantitative et qualitative – qui affectent la relation avec la durabilité du système de bioéconomie ;
- Les technologies de l'information et de la communication (TIC), les données et la science des données dans l'agriculture et l'industrie digitales (données étendues aux aspects environnementaux, de santé et de sécurité, par exemple, les biocapteurs), ainsi que la disponibilité des données via, par exemple, des interfaces Web.

De nombreux leviers technologiques, organisationnels et réglementaires

La deuxième conclusion concerne les nombreux leviers technologiques, organisationnels et réglementaires

pour accompagner les acteurs sur les chemins des transitions. La mise en réseau d'infrastructures, la maîtrise, la fiabilité et le partage de données sont des moyens de tirer parti de la diversité des expérimentations européennes. Les développements actuels mobilisent les acteurs, dans une logique de réponse aux besoins du marché. Le succès, cependant, repose sur l'adhésion de toutes les parties prenantes. Les laboratoires vivants (*living labs*) sont une solution attendue pour coconstruire les inventions, faciliter l'appropriation des innovations, leur assemblage expérimental et l'identification des effets adverses possibles. Les transitions écologiques seront donc abordables en identifiant les attentes et les comportements de la société.

À la lecture du croisement des deux rationalités apparaissent clairement les problématiques reconnues comme prioritaires :

- relier les flux de nutriments dans les plantes avec leur utilisation chez les animaux et enfin dans les aliments, avec, *in fine*, le bouclage de cycles de l'azote et du phosphore ;
- développer les applications en cascade, la bioénergie étant la dernière étape, en lien avec l'économie circulaire ;
- réduire les pertes le long des chaînes alimentaires, de la production à la consommation et à la gestion des déchets, en lien avec l'économie circulaire ;
- revisiter le dogme des économies d'échelle en lien avec l'organisation des territoires, pour évaluer l'intérêt et les conditions de l'implantation de bioraffineries dans la diversité des projets de territoires ;
- maîtriser les nouvelles utilisations de la biomasse (énergie, chimie, matériaux), avec le levier des biotechnologies vertes (axées sur la qualité, l'aptitude à l'usage) et industrielles (avec un apport de la biologie synthétique) ;
- gérer la coopération entre les acteurs de chaque chaîne de valeur, pour améliorer la résilience, dans le cadre des facteurs d'incertitude climat-prix-gouvernance ;
- étendre les communautés d'innovation classiquement centrées sur les processus/innovation des produits vers les services et l'organisation.

Recommandation 4

Soutenir les recherches sur l'agriculture et l'agriculture numérique, l'usine du futur, les biotechnologies vertes et blanches pour rendre le système bioéconomique plus efficient.

Recommandation 5

Développer des laboratoires vivants sur les usages (alimentation, bioénergies et chimie biosourcée), les

pertes et les gaspillages pour coconstruire les innovations distribuées et détecter les facteurs de blocage.

Recommandation 6

Développer des laboratoires vivants sur les couplages des systèmes de productions entre eux et avec les autres composantes de la bioéconomie.

Cette recherche s'appuiera sur des études amont ou parallèles concernant :

- la biologie prédictive, regroupant les connaissances et la modélisation « à haut débit » pour mieux comprendre les systèmes vivants, du niveau du gène à celui de la population, compte tenu des conditions futures (effets des changements environnementaux mondiaux et locaux) ;
- l'agroécologie (« intensification écologique ») comme moyen d'accroître la production tout en préservant l'environnement, y compris une perspective socio-économique) ;
- le commerce, en étudiant les moyens de renforcer la prise en compte des externalités dans les négociations internationales, tout en contrôlant et en réduisant la volatilité des prix et en augmentant les revenus des petits agriculteurs grâce au développement de l'agriculture locale.

Complexité des systèmes bioéconomiques

Les systèmes bioéconomiques sont complexes à la différence des filières le plus souvent linéaires et additives. Leur compréhension exige la création de représentations et de modélisations pour évaluer les effets *ex ante* des choix technologiques ou organisationnels dans une vision à long terme en 2050. La modélisation permet de tester des scénarios contrastés. Les modèles ne sont plus la phase finale de la recherche, mais la première étape pour en déduire la priorisation des questions, prévoir les formes et les lieux idoines de gouvernance, aux échelles européenne et française (politiques en matière d'alimentation et de santé, stratégie nationale pour la bioéconomie, stratégie nationale de mobilisation de la biomasse et stratégie nationale bas carbone). Un des verrous majeurs est le passage d'une concurrence entre les usages des biomasses à une complémentarité par une valorisation en cascade des biomasses suivant la priorité de traitement des déchets-ressources pour préserver leur valeur le plus longtemps possible.

Recommandation 7

Développer et diffuser des modèles intégrés de la bioéconomie couplant les variables pratiques de gestion

des sols, surfaces, flux d'énergie et de matière pour représenter des états d'équilibre et simuler la résilience du système face à des chocs économiques ou climatiques et des changements climatiques globaux.

Recommandation 8

Analyser l'impact des schémas de développement sectoriels (forêts, agriculture par filière, élevage) pour identifier les expériences les plus performantes en termes d'efficacité.

L'échelle des territoires

La mise en œuvre de politiques bioéconomiques se définit à l'échelle des territoires à partir de leurs caractéristiques pédoclimatiques, topographiques, institutionnelles et foncières pour suivre les développements. La diversité des territoires conduit à l'absence de solutions génériques, ce qui va à l'encontre de schémas antérieurs privilégiant une énergie (charbon, pétrole) ou une production (céréales, soja). Les exercices de scénarisation ouvriront un espace de mise en récit des futurs où les politiques publiques définiront un cadre pour les stratégies d'acteurs privés pour un pilotage territorial d'une valorisation durable et efficiente de la biomasse. S'adaptant aux spécificités des territoires et des acteurs locaux, différents schémas de mobilisation et valorisation de la biomasse doivent pouvoir être explorés. En particulier, les forêts associent des fonctions non marchandes et des fonctions de production de biomasse à des fins bioénergétiques et de matériaux, avec des contraintes de mobilisation spécifiques.

Recommandation 9

Mettre en œuvre une application informatique partagée permettant de collecter et d'analyser les ressources de biomasse (dont les déchets) et leurs usages. Favoriser les retours d'expérience et diffuser les résultats obtenus.

L'approche à l'échelle européenne révèle des régions potentiellement contrastées. Différents schémas bioéconomiques sont envisageables en Europe, suscitant un foisonnement d'initiatives dont il faudra organiser a

minima les synergies. Cette différenciation est également nécessaire avec les pays en développement qui peuvent adopter des trajectoires originales.

Recommandation 10

Animer à l'échelle européenne des démarches d'analyses comparatives et construire des synergies territoriales autour des ressources.

L'évaluation de la durabilité

L'évaluation de la durabilité a été la dernière problématique abordée dans ce colloque. Le pilier économique du développement durable dispose actuellement d'un corpus méthodologique conséquent, à la différence des deux autres piliers. Un meilleur usage des services écosystémiques représente un défi majeur dans le choix des activités humaines à insérer dans les systèmes naturels anthropisés. Leur caractérisation précise, l'acquisition de données pertinentes et leur partage, leur prise en compte dans les politiques publiques, l'analyse de leurs rendements économiques sont nécessaires pour orienter les comportements vers des scénarios de bioéconomie soutenable pour les écosystèmes. Les externalités positives et négatives, à traiter par la réglementation, la labellisation ou d'autres outils, peuvent être intégrés à travers des mécanismes de fiscalité et l'orientation des aides françaises et européennes. Si la bioéconomie fait à présent consensus, des divergences sur les représentations environnementales persistent, ce qui conduit les parties prenantes à adopter des stratégies diverses en matière de développement durable.

Recommandation 11

Approfondir les concepts et le choix d'indicateurs d'impact et de performance pour les piliers sociaux et environnementaux, afin de disposer de bases de discussion fondées scientifiquement en regard de certains objectifs du développement durable (ODD) de l'ONU⁴ et des ambitions de l'accord de Paris sur les changements climatiques (2015).

Citation de l'article : Colonna P., Axelos M., Beckert M., Callois J.-M., Dugué J., Esnouf C., Herbinet B., Valceschini E. Nouvelles questions de recherche en bioéconomie. *Nat. Sci. Soc.* 27, 4, 433-437.

⁴ Objectif 2 « Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable », Objectif 7 « Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes à un coût abordable », Objectif 12 « Établir des modes de consommation et de production durables », Objectif 14 « Conserver et exploiter de manière durable les océans et les mers aux fins du développement durable », Objectif 15 « Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres » (ONU, 2015. 17 objectifs du développement durable, ONU, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable>).