

Séminaire PeriUrbanWasteEng & IDEAS

Bioéconomie territoriale & Conception

Interactions, verrous et questionnement sur les apports mutuels

Sommaire

SEMINAIRE PERIURBANWASTEENG & IDEAS	1
BIOECONOMIE TERRITORIALE & CONCEPTION	1
INTERACTIONS, VERROUS ET QUESTIONNEMENT SUR LES APPORTS MUTUELS	1
Sommaire	1
Introduction	3
Violaine ATHÈS et Caroline PÉNICAUD	3
UMR SayFood	3
Nouvelles approches biotechnologiques pour optimiser la valorisation des déchets organiques et alimentaires : vers des bioraffineries environnementales urbaines ?	4
I) De nouvelles approches biotechnologiques	4
Théodore BOUCHEZ	4
UMR Prose	4
II) Le concept de bioraffinerie environnementale	5
Christian DUQUENNOI	5
UMR Prose	5
III) Discussion	5

Leviers sociotechniques pour un développement d'une filière méthanisation durable en France : implications pour les politiques publiques	7
Jeanne CADIOU	7
UMR Sad-Apt - Iddri	7
I) Introduction	7
II) Projet de thèse et problématiques	7
III) Discussion	8
Intégration dans un territoire d'un procédé innovant d'épuration de biogaz	10
Marc-André THEOLEYRE	10
TMA Process (Thèse de Valentin Fougerit, Centrale Supélec, 2017)	10
I) Présentation du procédé	10
II) Discussion	11
Reterritorialisation des transformations alimentaires	13
Felipe BUENDIA	13
UMR SayFood	13
I) Valorisation des bioressources et procédés modulaires	13
II) Discussion	13
Gouvernance territoriale de l'économie circulaire	15
Frédéric WALLET	15
UMR Sad-Apt	15
I) Économie circulaire et gouvernance territoriale	15
II) Ressources et proximités	15
III) Cadre d'analyse de la gouvernance territoriale	16
IV) Discussion	17
Discussion collective	19
Liste des participant.e.s	22

Introduction

Violaine ATHÈS et Caroline PÉNICAUD

UMR SayFood

La bioéconomie englobe les activités liées à la production, à la transformation et à l'utilisation des bioressources agricoles, forestières ou aquatiques. Elle permet d'obtenir des aliments pour l'homme et les animaux, des matériaux biosourcés ainsi que de l'énergie. Elle répond aux défis écologiques actuels ainsi qu'à la question de la sécurité énergétique et alimentaire. Si elle nécessite une analyse globale, il convient également de comprendre son développement à l'échelle territoriale, afin d'améliorer la durabilité et la résilience des villes de demain.

Le consortium PeriUrbanWasteEng (Métaprogramme BETTER INRAE) s'intéresse à la réduction, à la transformation et à l'usage des déchets agricoles et alimentaires sur un territoire périurbain, constitué du plateau de Saclay et de la plaine de Versailles. Son objectif est d'établir un diagnostic de la situation actuelle et de comprendre les attentes des différents acteurs. Suite à une mise en commun de l'état des lieux, des ateliers de conception innovante seront organisés, avec pour objectif l'élaboration d'un projet de recherche collaboratif.

Le séminaire d'aujourd'hui prévoit d'analyser l'apport de la conception dans les différents projets de recherche présentés traitant de la bioéconomie territoriale, et d'explorer les questions spécifiques liées à la conception.

Nouvelles approches biotechnologiques pour optimiser la valorisation des déchets organiques et alimentaires : vers des bioraffineries environnementales urbaines ?

1) De nouvelles approches biotechnologiques

Théodore BOUCHEZ

UMR Prose

Les biotechnologies environnementales permettent le traitement des déchets et de leurs effluents. Elles visent un élargissement de la valorisation des bioressources organiques résiduelles et la diversification des produits formés. Le gisement de déchets organiques produits en France, hors déchets agricoles, s'élève à 46 millions de tonnes par an. Malgré son volume élevé, il reste diffus sur le territoire et relativement modeste au regard des besoins de marchés de gros volumes tels que celui de l'énergie. Au-delà des unités de méthanisation déjà existantes, il serait intéressant de viser de nouveaux marchés autres que celui de l'énergie en développant en particulier des technologies bioélectrochimiques adaptées de viser de nouveaux marchés.

Le projet BIORARE évalue la possibilité d'utiliser des technologies électromicrobiennes comme une brique technologique pour le développement de bioraffineries environnementales. Le dispositif électrochimique, voué à intégrer les filières de valorisation existantes telles que la méthanisation, permet de produire des molécules à partir de l'énergie et du carbone issu des déchets, mais sans qu'il y ait contact physique entre les déchets et la molécule produite. Ceci permet de faciliter son extraction et d'apporter des garanties de qualité. Le projet a été divisé en cinq *work packages*, dont deux possèdent un caractère transversal. Le premier avait pour objectif une analyse environnementale. Au début du processus de conception, le manque de données disponibles a poussé les chercheurs à échauffer différents scénarii, afin d'anticiper les étapes sensibles du projet. Le deuxième *work package* a proposé à l'équipe de réfléchir à l'implantation du dispositif dans les filières existantes et au couplage des différents flux.

En cours de processus, le niveau de maturité technologique du projet (TRL) est passé de 1 à 4. Finalement, il a permis le déploiement et l'alimentation d'un dispositif BIORARE permettant la production d'acétate, grâce à des biodéchets issus d'une installation industrielle. Le projet poursuit actuellement son développement. Grâce à la séparation physique des deux compartiments, il est possible d'utiliser une logique de biotechnologie industrielle dans le compartiment cathodique, en utilisant des cultures microbiennes présélectionnées dans un compartiment confiné. Celle-ci permet l'élargissement du spectre de produits formés ainsi que l'augmentation de leur spécificité et de leur qualité. Les molécules produites peuvent avoir des valeurs ajoutées sensiblement supérieures à celles du méthane subventionné.

Le projet a également permis l'élaboration de différents scénarii, afin de fixer des ordres de grandeur sur les molécules produites, ainsi que leur quantité. Ces scénarii indiquent une compatibilité avec des marchés de molécules plateforme, à l'inverse des marchés de très

grand volume comme celui des biocarburants. De premières enquêtes ont été effectuées afin d'identifier les molécules attendues par différents types de consommateurs.

Une première estimation des coûts de production n'a pas révélé d'obstacle financier majeur. Le prix de revient pourrait être compatible avec les tarifs du marché sur certaines molécules plate-forme. De plus, les analyses de cycle de vie indiquent que l'impact de la technologie sur une filière de traitement de déchets associés à la production de molécule semble favorable, compte tenu du choix d'électrodes carbone et de membranes appropriées.

Le dispositif BIORARE fait actuellement l'objet d'un projet de maturation technologique, visant un TRL 7 en 2022, avec pour objectif le traitement des eaux usées, mais pourrait aussi être utilisé pour le traitement de déchets organiques. Un deuxième projet est également en cours de réflexion, dans lequel un ou plusieurs pilotes seront couplés à une micro-unité de méthanisation. L'un des objectifs de ce couplage vise le traitement et la méthanisation des déchets d'une cantine à petit tonnage (5 tonnes par an). L'évaluation de ce type de couplage permettra éventuellement la création d'un produit de nettoyage utilisable localement et par conséquent, la mise en place d'un circuit circulaire.

II) Le concept de bioraffinerie environnementale

Christian DUQUENNOI

UMR Prose

Dans le cadre de l'appel à projets de consortium du métaprogramme BETTER, le projet REBUS propose le développement d'un concept initial de bioraffinerie environnementale urbaine. Celle-ci serait sourcée en matières organiques résiduelles issues du territoire urbain et périurbain, dont les produits seraient valorisés sur ce même territoire. Si les bioraffineries environnementales urbaines ne sont pas encore documentées, il convient de relever de premières expérimentations, notamment à Rennes où se développe un projet de microméthanisation urbaine.

Les bioraffineries environnementales urbaines amènent les chercheurs à imaginer une série de systèmes technologiques innovants, ainsi que des organisations nouvelles autour de ces systèmes qu'il convient d'adapter à un contexte évolutif, voire en rupture. Dans le cadre d'une politique de réduction des déchets, il est crucial d'éviter la création de simples aspirateurs à déchets. Dans un contexte de conception innovante, l'une des contraintes majeures reste l'impossibilité d'anticipation des trajectoires en termes de comportement des acteurs, de réglementation et de politique publique.

III) Discussion

Une participante

Au sein du projet de microméthanisation des déchets de cantine, y a-t-il eu des difficultés techniques ou réglementaires ?

Théodore BOUCHEZ

Les difficultés ont surtout été d'ordre réglementaire. L'installation d'une unité de microméthanisation nécessite une autorisation à titre d'installation classée. Le processus s'est avéré long et coûteux. À l'issue de la première phase d'instruction, le dossier a été refusé suite à un problème d'urbanisme. Les zones d'habitats urbains semi-denses n'ont pas l'autorisation d'accueillir des installations classées. Après plusieurs mois d'attente, un recours auprès de la mairie et de la préfecture a finalement déverrouillé le développement du projet et permis le dépôt d'un nouveau dossier d'installation révisé.

Un participant

L'aspect modulaire des systèmes bioélectrochimiques permet-il d'améliorer la logistique d'approvisionnement et de fluctuation des matières premières ?

Théodore BOUCHEZ

Le système de méthanisation assure une prise en charge du flux de déchets. Le couplage permis par le système bioélectrochimique permet également d'imaginer des couplages entre plusieurs systèmes bioélectrochimiques, afin d'obtenir un raffinage plus fin des produits formés.

Un participant

Au-delà des matières organiques, les projets en cours s'intéressent-ils à d'autres types de matières premières valorisables en contexte urbain, comme les déchets du bâtiment ? L'une des startups accompagnées par AgroParisTech développe la valorisation de déchets urbains, afin de produire des sous-couches de route à l'aide de granulats concassés et solidifiés par des bactéries calcifiantes. Le consortium PeriUrbanWasteEng ou le métaprogramme BETTER pourraient être intéressés.

Théodore BOUCHEZ

Il ne s'agit pas d'un point d'intérêt majeur au sein de son projet.

Une participante

Le consortium PeriUrbanWasteEng cible exclusivement les déchets agricoles et alimentaires, afin de créer une typologie de ce type de déchets.

Un participant

S'ouvrirait la possibilité d'une prise en compte des déchets urbains dans les études du consortium.

Christian DUQUENNOI

Se pose la question des contours de la bioéconomie, traditionnellement définie par la transformation de biomasse. La valorisation de déchets urbains n'intègre pas complètement ce périmètre, même si elle nécessite l'usage de biotechnologies. Il conviendrait qu'INRAE se positionne sur le secteur de la bioéconomie urbaine.

Un participant

L'évaluation environnementale prend-elle en compte l'impact de la production et du transport des déchets ?

Christian DUQUENNOI

La localisation des bioraffineries en territoires urbains permet d'éviter les sorties de matière et le retour des matériaux et des molécules.

Théodore BOUCHEZ

Dans le cadre du projet BIORARE, l'évaluation environnementale a pris en compte la question des transports, mais pas celle de la production de déchets.

Leviers sociotechniques pour un développement d'une filière méthanisation durable en France : implications pour les politiques publiques

Jeanne CADIOU

UMR Sad-Apt - Iddri

I) Introduction

La filière du biogaz permet de valoriser différents types de biomasse, le potentiel disponible étant majoritairement composé d'intrants issus du secteur agricole. La méthanisation agricole, qui produit une énergie adossée à un système de production agricole, peut induire une transformation profonde de ce système.

Dans un contexte de lutte contre le changement climatique, de critique du modèle agricole conventionnel pour ses conséquences agroenvironnementales et de difficultés économiques du secteur agricole, la méthanisation est présentée en France par certains acteurs comme une réponse adéquate. Elle permettrait une production d'énergie renouvelable contribuant à la décarbonation de l'économie, elle serait un soutien potentiel à l'agriculture, une voie de développement des territoires et proposerait des modèles agricoles plus durables.

II) Projet de thèse et problématiques

La méthanisation agricole et ses acteurs sont à l'interface de trois secteurs : l'énergie, l'agriculture et les déchets. En France, les politiques publiques considèrent la méthanisation agricole comme une diversification potentielle du mix renouvelable et comme un élément clé du projet agroécologique national. Néanmoins, les technologies qu'elle utilise sont peu compétitives par rapport aux autres énergies renouvelables et au gaz naturel et nécessitent des subventions publiques élevées. De nombreuses controverses apparaissent autour de son développement : elles divisent les écologistes, opposent les acteurs d'une même structure et engendrent de nombreuses contestations locales.

Il convient donc d'interroger les conditions de la méthanisation dans l'agriculture française et sa cohérence avec les objectifs de transition agroécologique fixés par la puissance publique. Pour répondre, il est prévu d'explorer trois axes de réflexion : la question de la durabilité dans les discours sur le futur de la méthanisation agricole, les déterminants sociotechniques de l'évolution des systèmes agricoles lors du développement de la méthanisation, et les enjeux de régulation politique associés au développement de la filière.

- Comment les discours sur le futur de la méthanisation agricole parlent-ils des dynamiques de transformation de l'agriculture et de sa contribution à la transition agroécologique ?
- Quels impacts peut avoir la méthanisation agricole sur les systèmes de production agricole et quels sont les mécanismes sociotechniques associés ?

- Quels nouveaux éléments pour enrichir les prospectives sur le biogaz et quelles conséquences pour les politiques publiques ?

Au-delà de la mobilisation des résultats empiriques issus des premières parties de thèse, il est prévu de mettre en place un atelier de travail de conception des politiques publiques, afin de proposer un récit de transition des systèmes agricoles et d'améliorer la vision des enjeux de la politique du biogaz durable.

III) Discussion

Un participant

Quelle est l'influence du modèle allemand sur les réflexions menées autour du système de production et du système agricole ?

Jeanne CADIOU

Le modèle allemand a été présenté comme un repoussoir dans la politique française.

Un participant

Avez-vous identifié des méthodes pour mesurer l'impact d'un type de discours sur les dynamiques de changement dans le temps ? Avez-vous comparé le développement de la méthanisation entre différentes régions, en fonction des discours produits dans ces régions ?

Jeanne CADIOU

Les discours du corpus proposent une vision nationale des enjeux de la méthanisation, sans réflexion spécifique aux territoires. Néanmoins, un jeu d'acteurs bien rôdé et l'influence de certains discours ont un impact évident sur le développement de la méthanisation.

Un participant

Comment se fait le choix de la revalorisation quand elle n'est pas toujours corrélée aux atouts présents sur le territoire ?

Jean-Marc MEYNARD

La deuxième partie de thèse permettra d'identifier les régions dans lesquelles les dynamiques collectives et les solutions technologiques choisies sont contrastées.

Une participante

Existe-t-il déjà des politiques publiques sur la méthanisation ? Dans quelle mesure celles-ci influencent-elles les discours ?

Jeanne CADIOU

Les politiques du biogaz sont actuellement en évolution, leur cadre législatif se construisant depuis quinze ans. L'analyse des différents discours a pour but de valoriser une série d'enjeux à destination des politiques publiques.

Une participante

Les politiques publiques se soucient-elles du fondement scientifique sur lequel est censé s'appuyer leur discours ?

Jeanne CADIOU

Les producteurs de discours s'appuyant sur une bonne bibliographie scientifique approfondissent correctement les enjeux. Néanmoins, certaines questions scientifiques

n'ont pas encore trouvé de réponse, notamment concernant l'impact de l'épandage ou celui de la nature carbone retournant au sol. Si certaines controverses scientifiques sont bien identifiées par les acteurs, il convient de noter que certains discours ne s'appuient sur aucune littérature scientifique.

Un participant

Avez-vous contacté l'AAMF (Association des Agriculteurs Méthaniseurs de France) ? Par ailleurs, vous êtes-vous intéressée à la situation de la Chine, où plus de 30 millions de méthaniseurs sont revendiqués ?

Jeanne CADIOU

Un dialogue avec l'AAMF est envisagé dans les enquêtes de terrain, aucun discours sur le futur de leur part ne semble encore avoir émergé. Quant à la Chine, celle-ci n'utilise pas la méthanisation de la même façon qu'en France. Néanmoins, il serait toujours intéressant d'aller voir ce qui se passe.

Un participant

Que se passera-t-il s'il devient plus intéressant pour un agriculteur de vendre sa production de déchets à un méthaniseur plutôt qu'à un éleveur ? Avez-vous considéré le possible épuisement des sols par la méthanisation ?

Jeanne CADIOU

Il conviendra de réfléchir à la première question. Quant à la deuxième, celle-ci pose de nombreux débats. Il est crucial que la politique publique du biogaz identifie de bonnes pratiques et imagine une série de garde-fous, notamment afin d'éviter d'impacter négativement la fertilité des sols.

Un participant

Quels effets peuvent avoir des discours mobilisant les seules « externalités positives » ?

Jeanne CADIOU

Les externalités positives sont souvent défendues par les partisans de la filière et font l'objet d'un travail gouvernemental qui cherche à les valoriser. Certains discours reprenant ces arguments ont contribué à justifier l'augmentation des subventions publiques en faveur de la filière et à la valoriser sur le marché.

Intégration dans un territoire d'un procédé innovant d'épuration de biogaz

Marc-André THEOLEYRE

TMA Process (Thèse de Valentin Fougerit, Centrale Supélec, 2017)

I) Présentation du procédé

Le biogaz affiche la même composition que le gaz naturel. Son épuration est très coûteuse, ce qui la rend inaccessible aux petites installations. Les exploitations de polyculture et d'élevage capables de produire du biogaz affichent un rendement de 20 à 150 mètres cubes par heure, ce qui les place loin des seuils de rentabilité des technologies proposées pour l'épuration du biogaz.

L'épuration du biogaz présente différentes contraintes : le transfert du gaz produit dans le réseau général, ce qui suppose une augmentation de la teneur en méthane, et la présence d'un résidu majoritairement composé de gaz carbonique pouvant contenir des traces de méthane. Si le processus d'épuration a un rendement suffisant, il peut limiter la présence de méthane à un taux inférieur à 2 %. En cas de rendement beaucoup plus faible, une solution consiste à conserver le off-gaz dans une chaudière.

Le procédé développé avait pour vocation de s'appuyer sur des technologies simples, robustes et peu coûteuses en énergie, ce qui a déterminé le choix d'un système de contacteur à membrane. Comme dans une tour de lavage, le gaz carbonique circule de chaque côté d'une membrane poreuse, fusant ensuite dans l'eau et permettant d'épurer le biogaz. Les contacteurs contiennent des fibres creuses et denses, dans lesquelles le gaz circule à l'intérieur et le liquide à l'extérieur. Les appareils présentent une taille modeste. Un bidon de 120 litres et une surface d'échange de 220 mètres carrés permettent une épuration de 30 à 50 mètres cubes de biogaz.

Les résultats de l'expérimentation chez un agriculteur indiquent un biogaz à 97 % de méthane et un off-gaz à 20 % de méthane. Contrairement au système de lavage traditionnel, ce procédé permet le confinement de l'eau de recirculation dans les membranes et prévient sa détente. De plus, le matériau hydrophobe des membranes tolère un écart de 6 bars entre la phase liquide et l'air.

Ce type de dispositif présente de nombreux avantages. La consommation électrique du système reste raisonnable, sa taille compacte permet une diversité d'installation, la réduction du volume de liquide permet d'imaginer l'utilisation d'autres fluides plus sophistiqués que l'eau et le dégazage n'engendre pas la production d'aérosol. Afin d'améliorer le rendement du système, un troisième contacteur intermédiaire a été adjoint au dispositif. Celui-ci permet un dégazage intermédiaire et une récupération de la quasi-totalité du méthane dans le premier contacteur. De plus, du sel a été ajouté à l'eau en circulation. Suite à ces améliorations, la pureté du méthane s'est élevée à 97 % et le rendement à 98 %.

Pour conclure, le coût d'un épurateur de 40 mètres cubes pourrait s'élever à 200 000 euros, voire moins si le système peut être simplifié. Un démonstrateur est prévu courant 2021.

II) Discussion

Un participant

La production de biogaz n'incite-t-elle pas à rentabiliser les installations et donc à produire plus de déchets ? Pourquoi ne pas viser la réduction de la production de déchets plutôt que l'augmentation de la production des carburants avec des surplus de production ?

Marc-André THEOLEYRE

La méthanisation n'entraîne pas nécessairement l'augmentation de la production de déchets. Néanmoins, il convient de s'inquiéter de la compétition naissante existant entre méthanisation et élevage.

Un participant

Les déchets existeront toujours et peuvent être considérés comme une ressource et une opportunité.

Une participante

Il est possible de poursuivre des développements de méthanisation tout en réduisant les déchets. Ce projet d'épurateur de méthane a été construit en partenariat avec un agriculteur des Ardennes. Comment ce partenariat s'est-il développé ? A-t-il impliqué d'autres acteurs ?

Marc-André THEOLEYRE

Le partenariat avec cet agriculteur s'est créé à la faveur d'un projet parallèle développé avec Aria-Énergies, à la suite duquel cet agriculteur a souhaité travailler sur l'épuration du biogaz et expérimenter une installation sur son exploitation.

Une participante

Avez-vous interagi durant la conception de ce procédé innovant avec l'agriculteur, avant de procéder aux essais pratiques ?

Marc-André THEOLEYRE

L'interaction a surtout porté sur l'installation du système, qui devait répondre à un critère de simplicité. Les essais à petite échelle effectués sur son terrain ont permis d'envisager les précautions minimales à prendre, pour insérer le biogaz dans l'appareil et pour éviter une pollution des membranes par l'eau.

Un participant

Quelle est la taille des installations de méthanisation auxquelles cette solution peut s'adresser ? Quelle pourrait être la durée d'amortissement pour les installations de plus petite taille ?

Marc-André THEOLEYRE

Les installations visées produisent 40 à 100 mètres cubes par heure de biogaz et ne disposent pour l'instant que de solutions onéreuses. Pour qu'un dispositif classique soit rentable, il convient de produire 250 mètres cubes par heure de biogaz. Par ailleurs, si la durée de vie des membranes s'élève à cinq ans, il convient de reconnaître l'absence de visibilité sur le reste de l'installation.

Un participant

Le dispositif est-il potentiellement risqué ? Dans une unité de méthanisation, y a-t-il des risques écologiques ? Quelle est la valeur ajoutée de votre dispositif ?

Marc-André THEOLEYRE

Les risques liés à ce dispositif sont les mêmes que ceux liés aux épurateurs à gaz. Sur le plan écologique, le risque principal pourrait provenir de la qualité du off-gaz. Il conviendra d'installer des colonnes à charbon pour retirer les traces de sulfure d'hydrogène. Il est aussi possible d'utiliser des solutions plus rustiques, mais tout aussi efficaces.



Reterritorialisation des transformations alimentaires

Felipe BUENDIA
UMR SayFood

I) Valorisation des bioressources et procédés modulaires

Un système alimentaire sain et durable reterritorialisé fait l'objet d'interactions entre producteurs, transformateurs, distributeurs et consommateurs. Les consommateurs sont l'un des acteurs les plus favorables à la transformation locale de produits, avec un désir fort de traçabilité. Il convient de questionner les moyens envisagés par les collectivités locales pour mettre en place les filières de transformation alimentaire, dans lesquelles le choix des produits est crucial.

Dans le cadre du développement de procédés pour un système alimentaire territorialisé, il convient de différencier une consommation locale et localisée. La consommation locale suppose l'utilisation de circuits de proximité par le producteur. La consommation localisée induit une production et une transformation concentrées sur un même territoire, avec une consommation qui peut être externalisée. Il convient de constater des variables au sein de cette organisation, notamment dans le cas du choix d'une production externalisée, afin de développer de nouveaux bassins de consommateurs. Face à l'hétérogénéité des matières utilisées et des configurations observées, aucune solution globale n'est envisageable.

Il convient également de prendre en compte la gestion des déchets, dont la matière organique a vocation à être valorisée au sein du circuit circulaire. Traditionnellement, la valorisation des bioressources s'appuie sur une séparation des déchets alimentaires et des autres types de déchets qui alimentent les bioraffineries. La valorisation intégrée des bioressources basée sur une approche unique en génie des procédés permettrait d'améliorer le contenu nutritionnel des produits alimentaires et de conférer aux aliments une valeur ajoutée, notamment en termes d'arômes. La transformation de matière organique propose un éventail large de molécules produites et offre au secteur pétrochimique l'occasion d'innover dans une démarche saine et durable.

Afin de parvenir à ce type de valorisation, il convient d'élaborer des procédés flexibles, à l'instar des procédés modulaires qui permettent une modulation de l'indice de sévérité et favorisent la transformation des matières premières.

Pour conclure, dans le cadre de la reterritorialisation des procédés alimentaires, la réduction d'échelle facilite la mise en place d'installations, le lancement de nouveaux produits et le lien entre producteurs et consommateurs. Néanmoins, elle exige un meilleur rendement et pose des enjeux de compétitivité.

II) Discussion

Un participant

Comment prévoyez-vous de gérer la temporalité et la dynamique des productions ?

Felipe BUENDIA

Concernant la dynamique des productions, il convient de coopérer sur un mode interdisciplinaire ce qui permet de favoriser tous les acteurs de la filière. En termes de

temporalité, l'absence de méthode uniforme suppose des délais relativement longs. Les collectivités les plus actives serviront de modèle et permettront de normaliser la méthodologie.

Un participant

Les acteurs impliqués relèvent du domaine privé et non des collectivités. Le critère de choix premier ne repose-t-il pas d'abord sur la captation maximale de valeur plutôt que sur des raisonnements géographiques ?

Felipe BUENDIA

Il convient de recadrer les enjeux au sein d'une ambition d'économie circulaire, afin de produire à partir de matières renouvelables. Néanmoins, la valeur ajoutée de ces procédés territorialisés reste nécessaire afin d'atteindre une viabilité économique.

Une participante

La génération de déchets ou de coproduits doit-elle être un critère ? La valorisation du rendement induit parfois de nombreuses pertes. Ne serait-il pas préférable de raisonner les procédés en raisonnant les coproduits ?

Felipe BUENDIA

Les résidus présentent parfois une grande richesse, capables de conférer une véritable valeur ajoutée au business modèle de la filière de production. Néanmoins, il convient d'anticiper différents systèmes de transformation afin d'augmenter la valeur ajoutée des déchets.

Une participante

Y a-t-il un lien entre l'indice de sévérité et l'ultra-transformation ?

Felipe BUENDIA

Le lien existe. Les procédés modulaires permettent d'obtenir des produits moins transformés ou d'opérer des transformations plus complexes.

Une participante

Les approches de procédés ne peuvent-elles s'entendre qu'à l'échelle des bioraffineries ?

Felipe BUENDIA

Les approches de procédés se révèlent d'une grande utilité dans les secteurs de la conception et de la transformation alimentaire, notamment en cas de changement d'échelle ou de diversification des produits.

Gouvernance territoriale de l'économie circulaire

Frédéric WALLET
UMR Sad-Apt

I) Économie circulaire et gouvernance territoriale

En matière sociale et économique, une majorité de travaux envisage l'économie circulaire du point de vue du fonctionnement ou des impacts environnementaux, mais peu d'entre eux mesurent l'impact de ces initiatives sur le développement des territoires. Les démarches entreprises dans le cadre de la gouvernance territoriale mobilisent de nombreux acteurs issus du secteur industriel, agricole, des collectivités territoriales et du monde associatif.

Pour les collectivités territoriales, l'économie circulaire représente de nombreux enjeux : l'amélioration de la résilience des territoires, le renforcement de l'attractivité, la création d'emplois, la création de lien social et la concrétisation de stratégies de développement durable. Le cadre législatif connaît une construction rapide depuis le début du siècle et se compose de lois structurantes, permettant d'orienter la gouvernance des territoires. De plus, la réforme territoriale de 2015 a renforcé les capacités des collectivités territoriales. En conséquence, celles-ci possèdent aujourd'hui une palette d'intervention variée dans le domaine de l'offre (production d'énergie et d'infrastructures), de la demande (actions en faveur de la conscientisation des consommateurs), dans le cadre du volet sociétal (actions visant l'acceptabilité de la valorisation des ressources) et du volet de la gouvernance (dispositifs d'accompagnement et réglementation locale).

II) Ressources et proximités

L'un des points clés de la gouvernance territoriale de l'économie circulaire repose sur la notion de territoires pertinents et d'emboîtement des espaces, qu'ils soient micro-locaux communaux, ou régionaux. Afin d'analyser l'articulation entre les fonctions envisagées et les espaces géographiques pertinents, il convient de questionner le lien entre économie circulaire et ressources territoriales. Les stratégies, souvent fondées sur un découplage progressif entre croissance économique et consommation de ressources, visent l'optimisation de l'usage des ressources et permettent d'envisager une augmentation de l'autosuffisance des territoires en matière de ressources.

Depuis trente ans, les ressources sont considérées comme un élément clé du territoire. Si elles n'ont pas d'existence propre, leur exploitation et leur usage leur donnent une visibilité et une existence sociale. Comme le montre l'exemple de la biomasse agricole, le processus de révélation de la ressource et la possibilité d'une transformation en actifs marchands utilisables sur le territoire ou en ressources fonctionnelles, constituent des variables importantes dans l'objectif d'une valorisation.

Il convient d'analyser la ressource dans quatre dimensions différentes : sa localisation, sa constructibilité, soit la présence de caractéristiques dont la valeur peut être reconnue, son inscription dans les dynamiques de développement territorial et sa temporalité.

Au regard de cette analyse, le rôle des proximités revêt une importance capitale au sein des démarches territoriales. La proximité géographique, liée à une colocalisation entre acteurs, peut être recherchée, mais aussi subie. Elle permet une limitation des transports et

des flux, mais peut parfois être créatrice de tensions sur un territoire. En cas de conflits, il convient d'identifier trois types de comportements, soit l'adhésion, l'opposition et le départ de certains acteurs. La proximité organisée rend compte d'une appartenance à un réseau d'acteurs et à une série de référentiels sociotechniques. Elle permet de nombreuses potentialités de coopération.

III) Cadre d'analyse de la gouvernance territoriale

Il convient d'intégrer une dimension sociale aux démarches d'économie circulaire, incluant des éléments cognitifs et culturels, structurels, politiques, spatiaux et temporels. La notion de capital territorial permet l'identification de la diversité des ressources sur le territoire, qui seront utilisées dans l'élaboration des stratégies d'économie circulaire. Ce capital est à la fois matériel et organisationnel, mais aussi culturel et cognitif.

La notion même de gouvernance territoriale met en évidence des éléments clés, tels que le rôle des ressources et leur asymétrie ainsi que l'engagement des acteurs dans des démarches collectives, s'appuyant sur l'apprentissage collectif et l'évolution des formes organisationnelles et structurelles. Ces éléments permettent une analyse de la diversité des configurations et de l'évolution des structures présentes sur le territoire. Au-delà, les réflexions peuvent porter sur la compréhension des processus de collaboration et l'efficacité des dispositifs qui les supportent, en portant attention à différents enjeux : la structure de gouvernance, les choix de partenaires, l'asymétrie de l'information et la confiance, les coûts de la coopération, l'allocation des gains et des coûts, les motivations, etc.

Deux grands champs de gouvernance sont identifiés. La gouvernance de l'innovation économique et sociotechnique étudie le cadre de coopération éventuelle des acteurs des filières économiques. La gouvernance de l'innovation sociopolitique analyse les oppositions aux différents projets et les conflits bloquants entre les acteurs.

La gouvernance territoriale repose notamment sur la diversité de ses acteurs institutionnels, productifs ou utilisateurs, dont l'harmonisation est recherchée. Afin de comprendre le fonctionnement de ce système d'acteurs, il convient de décrypter le rôle de chacun au sein des différents dispositifs, à l'aide de plusieurs catégories que sont les catalyseurs, les opposants, les intermédiaires, les pionniers, les moteurs et les visionnaires. L'identification de ces catégories d'acteurs permet une réflexion autour des leviers et des blocages des stratégies territoriales, mais aussi autour du degré d'influence des acteurs et de la répartition des rôles entre leurs différentes catégories (acteurs publics, entreprises, associations...). Il convient de noter l'importance des intermédiaires, dont la diversité oriente les stratégies mises en place par les territoires.

Les démarches d'économie circulaire posent également la problématique de l'acceptabilité sociale. L'analyse des réseaux d'acteurs permet d'envisager les configurations plus ou moins favorables des projets sur les territoires. Elle met en évidence l'importance des proximités géographiques ou organisées et identifie les leviers et les différents blocages.

Le cadre d'analyse de la gouvernance territoriale de l'économie circulaire se compose de grands blocs analytiques permettant d'identifier le projet en fonction de sa taille, de la technologie utilisée, de son efficacité et de sa localisation, mais aussi en fonction de la participation des acteurs à la gouvernance, de son acceptabilité sociale, des spécificités du territoire et de l'adhésion des acteurs à des valeurs communes, qu'elles soient environnementales ou éthiques.

Afin d'analyser les démarches de gouvernance territoriale en économie circulaire, il convient de prendre en compte l'évolution des différents projets sur une échelle temporelle et d'identifier les différentes phases des processus de conception sur les territoires que sont la conception, la construction des initiatives, le changement d'échelle et la diffusion au-delà du territoire.

IV) Discussion

Un participant

Comment mettre en œuvre une gouvernance capable d'anticiper les besoins de demain ? Comment intégrer votre approche au projet de Saclay-Versailles ?

Frédéric WALLET

Les démarches de construction de scénario sont de plus en plus fréquentes. Elles nécessitent la mobilisation d'une diversité d'acteurs, à qui il est proposé d'identifier les éléments importants et les futurs souhaitables, avant d'échafauder différents scénarii. Ce système de concertation, parfois générateur de tensions, est souvent couplé à des travaux de simulation utilisant l'intelligence artificielle ou les dessins manuels. Ce type d'approche pourrait être utilisé dans le cadre du projet de Saclay-Versailles.

Un participant

Peut-on en tirer des enseignements de l'analyse de la gouvernance territoriale de l'économie circulaire pour la gouvernance d'autres dimensions du territoire, comme les ressources naturelles (eau, biodiversité) ?

Frédéric WALLET

Les savoir-faire mobilisés dans le cadre de la gouvernance territoriale de l'économie circulaire sont inspirés des démarches de concertation liées aux conflits autour des ressources naturelles. Aujourd'hui, ces savoir-faire sont aussi utilisés pour traiter des problématiques d'acceptabilité sociale ou de projets alimentaires territoriaux.

Un participant

Pouvez-vous expliciter l'approche des « communs », évoquée durant la présentation de vos travaux ?

Frédéric WALLET

L'existence de ressources communes génère une identification, une qualification et une représentation communes, permettant l'autogouvernance potentielle de ces ressources par une communauté, capable de se doter de règles de gestion pour une utilisation pérenne. Cette notion de « communs » permet d'envisager le regroupement de certains acteurs en communauté, afin, par exemple, de garantir une valorisation des déchets. Ces approches par les communs réinterrogent le rapport à la propriété et appellent une analyse plus fine de la diversité des droits usage et des responsabilités de gestion de la ressource.

Un participant

Comment la littérature définit-elle la réussite d'une transition vers une économie circulaire et quels sont les indicateurs mobilisés ?

Frédéric WALLET

La réussite d'un projet d'économie circulaire est souvent liée à la création de valeur et à la création d'emploi sur le territoire, mais aussi à son impact environnemental (réduction de l'utilisation des ressources en eau ou de l'empreinte carbone par exemple).

Une participante

Afin de créer et de reconnaître de la valeur à une ressource de type « déchet », quels acteurs seraient à mobiliser ?

Frédéric WALLET

Il convient de mobiliser des acteurs à compétences techniques afin d'opérer une requalification de la ressource, mais aussi des acteurs reconnaissant la valorisation potentielle de la ressource. Il s'agit d'activer les processus d'intégration de ces déchets dans les cycles de production et de consommation. Il est également important d'intégrer les aspects réglementaires liés à la santé et à la sécurité.



Discussion collective

Violaine ATHÈS

Quels apports peuvent avoir les méthodes de conception innovante dans la bioéconomie territoriale ? Ou, à l'inverse, comment la bioéconomie interroge-t-elle de façon spécifique la conception ?

Un participant

Pour répondre, il convient de prendre en compte la conception des politiques publiques, dont le sujet est encore très peu abordé. De plus, au vu de la diversité d'acteurs et d'échelles, il semble que les innovations ne puissent fonctionner qu'en complémentarité. Une innovation conçue hors de tout contexte est vouée à l'échec. Enfin, le concept de TRL suggère une insertion tardive des acteurs de terrain dans l'évolution de la conception. Pourtant, l'innovation peut être envisagée comme un aller-retour entre conception, recherche et développement. Les recherches concernant la transformation des déchets ne sont-elles basées que sur des idées provenant du milieu scientifique, ou incluent-elles des travaux plus interactifs s'éloignant d'un caractère linéaire ?

Violaine ATHÈS

Les TRL n'ont pas un caractère exclusivement linéaire. Il s'agit d'un processus itératif.

Une participante

Même si les travaux interactifs ne sont ni formalisés ni conceptualisés, ils existent bel et bien. Néanmoins, IDEAS souhaite interroger les processus d'interactions et expliciter la façon dont les nombreux critères entourant le développement de la conception ont été construits.

Théodore BOUCHEZ

Les TRL, loin de traduire une démarche de recherche, constituent un indicateur pratique capable de qualifier de façon synthétique un niveau de maturité technologique. Les travaux interactifs sont indispensables pour lier les découvertes scientifiques à un contexte d'application dès le premier niveau de conception, même si celui-ci est souvent suivi d'une phase de « tunnel technologique ».

La démarche de conception innovante nécessite le couplage des innovations. La conception innovante des politiques publiques est une nécessité pour la bioéconomie et ne peut s'envisager qu'à travers un dialogue avec la technologie. Ce dialogue permet de créer une politique riche. Néanmoins, elle nécessitera toujours de fournir aux acteurs de la visibilité sur le cadre dans lequel s'inscrire.

Un participant

Commencez-vous parfois la conception à TRL 5 ou 6 ? La découverte scientifique n'est pas à l'origine de toutes les innovations. Celles-ci proviennent parfois des utilisateurs.

Théodore BOUCHEZ

Les équipes de recherche technologiques ont pour vocation de démarrer leurs travaux sur des TRL peu élevés, mais la conception peut être débutée à tout niveau de TRL.

Violaine ATHÈS

Le débat pose la question de la reconception. La conception innovante gagnerait à envisager une dimension « multi-acteurs », quel que soit le niveau de maturité technologique.

Une participante

Face à un problème d'ordre systémique, il convient d'engager une action conjointe sur des innovations de nature différente de façon coordonnée et à des échelles diverses, ce qui pose des problèmes de gouvernance géographique et d'échelles. Les politiques publiques, mais aussi les groupes informels et les think-tanks constituent des éléments de réponse à ces problématiques, notamment par une facilitation de la transmission d'informations entre les différentes échelles.

Les travaux interactifs ont une place cruciale dans la réinterrogation de la méthodologie, comme dans le travail de reconception.

Un participant

L'innovation ne suit pas nécessairement un processus linéaire. Elle naît parfois d'échecs et constitue la recherche d'un inconnu désirable, qu'il convient de construire ensemble grâce à un vocabulaire commun. Si la bioéconomie est adaptable à certains contextes, elle ne peut représenter une solution globale et ultime. Mais elle permet à chacun de ses acteurs d'intervenir et de remettre en cause les directions choisies.

Un participant

Dans un contexte où les thématiques sectorielles sont dominées par les différentes filières, les territoires parviennent parfois difficilement à trouver leur place. De plus, ils sont soumis à la réglementation édictée par les politiques publiques. Il convient de mettre en perspective les forces relatives de négociation et d'imagination unissant les filières, les territoires et les politiques publiques.

Caroline PÉNICAUD

Comment se construit l'évaluation de la conception dans le cadre de la bioéconomie ? Elle concerne souvent les impacts environnementaux, mais elle prend aussi en compte d'autres facteurs. Quels critères permettraient de mesurer la durabilité ?

Jeanne CADIOU

Face à la diversité de cadres d'évaluation de la durabilité, il convient de définir clairement la notion de durabilité et de choisir un référentiel précis.

Caroline PÉNICAUD

Au-delà des critères environnementaux, existe-t-il des critères sociaux et techniques capables d'évaluer la durabilité ?

Jeanne CADIOU

Il convient déjà d'analyser les choix des critères sociaux et économiques pris en compte dans le calcul de l'impact environnemental.

Un participant

L'évaluation est un élément essentiel de la réflexion et de la coconstruction d'approches. Au-delà de l'analyse du cycle de vie, différentes méthodes sont à envisager. Les « jeux sérieux » permettent l'élaboration commune de questions de recherche entre plusieurs disciplines. Ils proposent un jeu de rôle où les acteurs réunis sont amenés à prendre la place d'autres intervenants, afin d'intégrer de nouvelles perspectives dans la réflexion.

Une participante

IDEAS a déjà montré son intérêt pour les « jeux sérieux », c'était le thème du dernier séminaire en octobre.

Un participant

L'analyse du cycle de vie permet de couvrir les enjeux environnementaux, financiers et sociaux, mais elle nécessite des données.

Caroline PÉNICAUD

Le manque de données est l'une des limites de l'analyse du cycle de vie, notamment en début de processus d'innovation. De plus, celle-ci présente peu d'avantages à titre d'outil de médiation. Les « jeux sérieux » semblent un complément intéressant.

Théodore BOUCHEZ

L'évaluation est un point central dans les démarches de conception innovante pour la bioéconomie, qui nécessite l'intégration de différentes composantes. Pour les technologues, l'analyse du cycle de vie est un premier outil d'intégration de données techniques. Néanmoins, elle ne prend en compte qu'une partie des critères nécessaires. Face au manque de visibilité sur les outils et les méthodes à déployer, il est difficile d'échafauder des scénarii et de créer une documentation plausible, mais il est nécessaire de s'y risquer.

À des fins d'évaluation anticipée, certains acteurs industriels tentent une approche qualitative des résultats, en questionnant les acteurs potentiels sur le projet en développement. L'analyse du niveau d'acceptabilité sociale et du degré de volontarisme des démarches permettrait peut-être d'évaluer la potentialité de diffusion des projets. Enfin, dans une approche prospective, les « jeux sérieux » pourraient offrir la possibilité de mieux appréhender les perceptions des différents acteurs territoriaux.

Liste des participant.e.s

Prénom	Nom	Prénom	Nom
Violaine	Athès	Isabelle	Maitre
Remy	Ballot	Jacques	Méry
Elsa	Berthet	Jean-Marc	Meynard
Cécile	Blatrix	Marc	Moraine
Théodore	Bouchez	Caroline	Pénicaud
Felipe	Buendia	Jean-Pierre	Petit
Grégoire	Burgé	Jean-Louis	Peyraud
Jeanne	Cadiou	Hélène	Preduhomme
Yves	Cadot	Lorène	Prost
Marianne	Cerf	Olivier	Réchauchère
Blandine	Chieze	Barbara	Redlingshöfer
Floriane	Colas	Eva	Revoyron
Christian	Duquennoy	Anne	Saint-Eve
Lucy	Espinosa	Clementina	Sebillotte
Valérie	Guénard Lampron	Isabelle	Souchon
Souhil	Harchaoui	Jean-Philippe	Steyer
Sabine	Houot	Marc-André	Theoleyre
Marie-Hélène	Jeuffroy	Sophie	Thoyer
Laura	Le Du	Marie	Vanpeene
Margot	Leclere	Frederic	Wallet
Catherine	Lecomte	Aurélie	Wilfart
Thibault	Lefeuvre	Gwenola	Yannou-Le Bris
Philippe	Loiseau-Dubosc		