Proposition de communication aux 18e JRRS

Thématiques concernées
(1) La production agricole, l'environnement et la gestion des ressources naturelles : Bioéconomie, économie circulaire, énergie, bois et forêt
(2) Les territoires ruraux, urbains et leur développement : Innovation sociale, économie sociale et solidaire, entreprenariat et territoires

Titre/Title

TRANSITION : QUELLES FENETRES D'OPPORTUNITE OUVERTES AUX PROJETS DE BIOECONOMIE CIRCULAIRE LOCALE ?

TRANSITION: WHAT WINDOWS OF OPPORTUNITY ARE OPEN TO THE LOCAL CIRCULAR BIOECONOMY PROJECTS?

Auteurs :

Valérie OLIVIER SALVAGNAC, Agro Toulouse, UMR AGIR (INRAE INPT)1248, Toulouse, valerie.olivier@toulouse-inp.fr

Jonathan GERMANO, UMR AGIR (INRAE INPT)1248, Toulouse,
Jonathan.germano@toulouse-inp.fr

RESUME/ABSTRACT : 600 A 800 SIGNES (ESPACES COMPRIS)

Les politiques européens et françaises en faveur de la transition vers la durabilité des systèmes productifs tendent à ouvrir des fenêtres d'opportunités inédites pour des projets d'innovation en bioéconomie circulaire (BEC). Mais nous montrons à l'aide d'un cas d'étude (valorisation du bois mort de taillis de châtaigniers en Cévennes) que certains projets de BEC ancrés dans des territoires (ruraux et forestiers) peinent à trouver leur modèle. En effet, une BEC axée sur la mise en marché de substituts aux produits standards, ne détient pas encore suffisamment d'avantages compétitifs. Nous montrons néanmoins que ces initiatives locales sont porteuses de sens pour les parties prenantes des territoires ruraux à la recherche de voie de transition.

European and French policies on the transition to sustainable production systems are opening up unprecedented windows of opportunity for innovation projects in the circular bioeconomy (CBE). However, we use a case study (valorization of dead wood from chestnut coppice in the Cévennes) to show that some CBE projects anchored in rural and forest areas are struggling to find their model. Indeed, when a CBE project is focused on marketing substitutes for standard products does not yet provide sufficient competitive advantages. Nevertheless, we show that these local initiatives are meaningful for stakeholders in rural areas who are looking for ways to make the transition.

Mots clés : bioraffineries, politiques, compétitivité, viabilité, territoire
Keywords: biorefineries, policies, competitiveness, viability, territory

1.LA BIOECONOMIE AU CŒUR DES POLITIQUES DE TRANSITION DES SYSTEMES ECONOMIQUES

Les politiques publiques internationales en faveur de la bioéconomie circulaire sont relativement récentes. Nous allons voir qu'elles cherchent fondamentalement à s'inscrire dans une vision positive de la transition vers la durabilité des systèmes socioéconomiques et des territoires. Ce faisant, à l'échelle locale, la compétitivité et la viabilité des projets de bioéconomie circulaire ne sont pas toujours démontrées.

1.1 Transition et politiques publiques en faveur de la bioéconomie

La notion de « transition » est au cœur des feuilles de route des politiques publiques[1] centrées sur la nécessité de changer le rapport des hommes à leur planète dont la détérioration est constatée jour après jour. Chez Geels et Schot (2007), le concept de transition sert à problématiser le caractère multidimensionnel et graduel du changement de système. Il s'agit ainsi d'engager des trajectoires de transformation du système en place dans le but de remédier à la dégradation des écosystèmes (dérèglement climatique, perte de biodiversité, empreinte carbone excessive des activités humaines, tout en tenant compte de l'épuisement des ressources fossiles dont l'usage est à la base du fonctionnement des sociétés contemporaines. L'impulsion du changement à l'origine du basculement d'un système à un autre peut venir du niveau macroscopique (« the landscape » selon Geels et Schot 2007), ou de la multiplication d'initiatives locales alternatives, qualifiées « d'innovations de niche ». Ces forces de déstabilisation génèrent des « fenêtres d'opportunités » préparant l'arrivée d'un nouveau système plus apte à répondre aux problématiques sociotechniques. Cette grille de lecture, initialement appliquée à la transition des systèmes sociotechniques est, largement reprise aujourd'hui pour appréhender les transitions des systèmes économiques. Elle est aussi utile pour aborder les questions politiques d'innovations en bioéconomie[2] (Befort, 2020). Dans ce contexte de transition, comme le soulignent D'Amato et al. (2017), la bioéconomie est appelée à se placer au cœur du processus de remplacement d'une économie fondée sur le pétrole par une économie basée sur l'usage de ressources renouvelables et bioressourcées.

Au sein de l'Union Européenne, les politiques publiques ont bien pour rôle de créer des fenêtres d'opportunités favorables à l'émergence d'innovations capables de transformer le système en place et ses régimes technologiques[3]. Les initiatives locales relevant de la bioéconomie sont particulièrement visées par ces visées transformatrices.
Comme l'expliquent Levidow et al. (2017) la première conception de bioéconomie, la « Knowledge-Based Bio-Economy ou KBBE, a été présente dès l'année 2009 dans les feuilles de route des politiques internationales. Mais, il est rapidement apparu nécessaire d'aller au-delà de la question de l'innovation technologique pour s'interroger plus particulièrement sur la capacité des systèmes productifs agricoles et agroalimentaires à se réorienter pour répondre à la fois aux besoins alimentaires et non alimentaires (énergie).
En fait, les retombées de différents sommets internationaux[4] de 2015 ont incité à l'adoption d'une ligne politique européenne davantage tournée vers des objectifs de soutenabilité et de

[1] Exemple loi européenne sur le climat horizon 2030, puis 2050, https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/climate-change/#2050
[2] La bioéconomie comprend tous les secteurs économiques et industriels qui dépendent des ressources biologiques renouvelables provenant des terres et des mers, tels que les cultures, les forêts, les poissons, l https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/recipe-sustainable-bioeconomy-collaborate-engage-locally-involve-consumers-2024-01-15_enes animaux et les micro-organismes, pour produire des aliments, des matériaux, de l'énergie et des services.
[3] By technological regime we mean the complex of firms, professional disciplines and societies, university training and research programs, and legal and regulatory structures that support and constrain development within a regime and along particular trajectories. Dosi & Winter (1994) p. 161
[4] Paris Agreement on **international treaty on climate change**, https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement in December of 2015 ; the Global Bioeconomy Summit in Berlin in November of 2015, https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/10/Communique_final_neu.pdf ; the adoption of 17 Sustainable Development Goals in September 2015, The 2030 Agenda for Sustainable Development, https://sdgs.un.org/goals

décarbonation des économies. C'est dans ce contexte, que Wilde et Hermans (2021) repèrent une conception européenne différenciée, qualifiée de « Bioresource economy » plus centrée sur les problématiques de gestion de la biomasse (Pahun et al., 2018).
Une autre conception politique de la bioéconomie, opposée à celle de la KBBE, est également identifiée par Levidow et al. (2017), la « bio-ecology economy ». Cette dernière comprend une dimension locale (Wilde & Hermans, 2021) et se différencie en ce sens de la conception écologique de la bioéconomie décrite par Georgescu-Roegen (1978) qui défend le principe universel d'une économie soumise au fonctionnement de la biosphère « Biosphere economy ». Debref et Vivien (2021) analysent ces évolutions et les différents débats critiques vis à vis des approches technocentrées de la bioéconomie qui s'en dégagent.

Pour ce qui est de la période actuelle (2018-2024), les politiques européennes et françaises se focalisent sur le concept de « ***bioéconomie** soutenable* » basé sur un alignement de la bioéconomie avec les principes de l'économie circulaire[5] (« Stratégie européenne pour la bioéconomie soutenable »[6]). Par définition, (Stegmann et al. 2020) « *la bioéconomie circulaire se concentre sur la valorisation durable et efficace en ressources, de la biomasse dans des chaines de production intégrées à sorties multiples (par exemple les bioraffineries) tout en exploitant les résidus et les déchets et en optimisant la valeur de la biomasse au fil du temps via la cascade* »[7]. L'objectif de la bioéconomie circulaire est d'intensifier l'usage de la biomasse en déployant des techniques en cascade pour valorisation des sous-produits issus des productions agricoles, agroalimentaires ou d'autres déchets alimentaires, ce qui conduit à l'interconnexion de différentes chaînes de valeur (alimentaires, non alimentaires notamment).

On assiste ainsi au début d'une politique européenne en faveur de la bioéconomie circulaire mais toujours très centrée sur la problématique de la disponibilité de la biomasse. Cette posture témoigne d'une préoccupation plus générale à l'échelle internationale. Selon les bilans préparatoires du GLOBAL BIOECONOMY SUMMIT (GBS) 2024[8], les politiques de soutien à l'amélioration de la disponibilité de la biomasse se traduisent dans certains pays comme en Europe par des mesures en faveur de l'intensification des usages des bioressources par le déploiement de la bioéconomie circulaire et d'usage en cascade de la biomasse ; dans d'autres pays, il s'agit de soutenir l'augmentation de la productivité agricole nécessaire à l'obtention d'une biomasse à destination énergétique (cas de la Chine).

En somme, les contextes politiques et économiques génèrent des voies de la transition différentes, avec pour vecteur, une bioéconomie aux traits tout aussi divergents et évoluant continuellement. Il en découle des tensions entre ces différentes voies de la transition, comme le souligne Béfort (2020). Ces tensions se focalisent en 2024 autour de la question de la disponibilité de biomasse.
Néanmoins, les différentes conceptions de la bioéconomie soutenable défendues par l'UE trouvent toutes une double légitimité :
-la capacité de la bioéconomie et de la bioéconomie circulaire à répondre aux enjeux de la transition écologique
-l'énorme potentiel économique dévolu à la bioéconomie et à la bioéconomie circulaire, en

[5] L'économie circulaire définie par la norme ISO 59004 :2024, désigne un système économique qui utilise une approche systémique pour maintenir un flux circulaire des ressources, en recouvrant, conservant ou augmentant leur valeur, tout en contribuant au développement durable. Les ressources peuvent être considérées à la fois sous l'angle des stocks et des flux. Le flux entrant de ressources vierges est maintenu au niveau le plus bas possible et le flux circulaire des ressources reste le plus fermé possible afin de réduire au maximum les déchets, les pertes et les rejets, produits par le système économique.
[6] A new bioeconomy strategy for a sustainable Europe, https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/new-bioeconomy-strategy-sustainable-europe_en .En faveur des biosecteurs, des projets de mobilisation d'une biomasse « inexploitée » et d'une meilleure connaissance des pratiques et des performance de la bioéconomie durable et circulaire « Une nouvelle stratégie en matière de bioéconomie pour une Europe durable » communiqué de presse de la Commission Europeenne, du 18 novembre 2018 de la https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_18_6067 - COM(2018)673. and SWD(2018)431. A sustainable Bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment.
[7] Traduit de l'anglais "The circular bioeconomy focuses on the sustainable, resource-efficient valorization of biomass in integrated, multi-output production chains (e.g. biorefineries) while also making use of residues and wastes and optimizing the value of biomass over time via cascading." P. 5 Stegman et al. 2020.
[8] https://www.iacgb.net/gbs_2024

termes d'emplois (1 million d'emplois verts nouveaux d'ici 2030[9]), en termes d'innovation et de modernisation en agriculture, aquaculture, pêche, sylviculture et de renouveau industriel. Ce faisant, les projets d'innovation et de création d'entreprises dans ces domaines s'inscrivent pleinement dans la politique de réindustrialisation notamment à l'échelle nationale (France 2030) ou à celle des territoires (territoires d'industries, depuis 2018[10], qui cherchent à porter ses fruits, Amdaoud & Levratto, (2023)).

Cet « alignement des planètes politiques » en faveur de la bioéconomie circulaire véhicule donc un ensemble de promesses (Wilde & Hermans, 2021) et de mythes (Benoit, 2021; Gobert, 2018) autour de la bioéconomie.

1.2. Les projets de bioéconomie circulaire territoriaux et la question de leur viabilité

Nous venons de voir que les politiques publiques se tournent vers la bioéconomie circulaire dans l'objectif d'une croissance verte et vertueuse. Nous allons voir que ce contexte renforce la place des projets de bioéconomie territoriale. Autrement dit, en devenant circulaire la bioéconomie s'ancrent dans les territoires.

Commençons par Benoit (2021) qui souligne que les projets de bioéconomie ont un ancrage territorial dans la mesure où « le destin du territoire est lié à celui de l'activité elle-même » (p. 82). Pour l'auteure, « la dépendance à la biomasse caractérisant la bioéconomie ne suffit pas pour postuler son ancrage productif et la réindustrialisation en amont des filières » (p. 88). Les facteurs d'ancrage sont non seulement liés à la spécificité des ressources mobilisées mais aussi aux autres actifs socio-économiques spécifiques (recherche, compétences, services supports, gouvernances) ainsi qu'aux conditions logistiques des flux mobilisés. Selon les projets de (bioraffinerie, PME biosourcées, Agro-Ecologie), la nature de ces facteurs d'ancrage varie. La recherche, les patrimoines productifs comptent pour les projets de bioéconomie plus capitalistiques, tandis que pour les PME biosourcées, l'ancrage passe par un élargissement de la valorisation des plantes par la structure en place alors que pour les projets qualifiés de « ruptures », l'organisation territoriale et la diversification des activités agricoles constituent le fondement de cet ancrage.
Pour Callois (2022), la bioéconomie territoriale se distingue de la bioéconomie conventionnelle dans ses finalités et ses modalités de déploiement. La bioéconomie conventionnelle s'appuie sur une logique productive d'économie d'échelle et une spécialisation qui vise les marchés internationaux. La bioéconomie territoriale privilégie la diversification, la spécificité des ressources, les débouchés locaux. Cette seconde figure de la bioéconomie a pour points forts non seulement la spécificité des ressources locales mais aussi une capacité à déployer des activités interdépendantes permettant la valorisation complète des coproduits, ainsi qu'une capacité à agir à plusieurs pour mutualiser les ressources et les avantages relationnels de long terme. Mais pour l'auteur, l'enjeu principal est l'avènement d'une « bioéconomie intégrale » capable de faire système en décloisonnant les activités et les secteurs, en se confrontant aux enjeux organisationnels à chaque échelle géographique allant de la parcelle (protection du potentiel) à l'international en passant par l'amélioration de la transformation locale. La conséquence immédiate de cette approche est que les projets de bioéconomie portent en eux à la fois les termes d'un développement socioéconomique local et ceux d'une transition des systèmes économiques vers plus de soutenabilité.
Les processus d'ancrage territorial de la bioéconomie présentés ci-dessus sont très communs avec les facteurs de territorialisation de l'économie circulaire relevés par Chembessi et al. (2024). Ces auteurs considèrent en effet que la territorialisation de l'économie circulaire

[9]UE COM(2018) 673 Une bioéconomie durable pour l'Europe: renforcer les liens entre l'économie, la société et l'environnement sur la base du Rapport Europabio, *Jobs and growth generated by industrial biotechnology in Europe, sept. 2016* ; pour la France 90000 emplois nouveau estimés in rapport CGAAER n°15056 https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/cgaaer_15056_2016_rapport.pdf ;
Voir aussi https://knowledge4policy.ec.europa.eu/bioeconomy_en).
[10] https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/territoires-dindustrie-44, consulté en juillet 2024.

s'explique parce que ses projets mobilisent des ressources et des compétences locales ; parce qu'ils s'adaptent aux spécificités de ces ressources, aux contraintes et aux opportunités de chaque zone ; parce qu'ils sont aussi soutenus le plus souvent par les acteurs publics locaux ainsi qu'une pluralité de parties prenantes car ils contribuent à renforcer la résilience et la durabilité de l'économie locale.

Ces réflexions sur l'ancrage territorial de la bioéconomie circulaire conduisent à retenir d'une part l'idée d'un certain déterminisme territorial nécessaire à la conception et au déploiement des projets de bioéconomie circulaire. D'autre part, elles incitent à penser que cet ancrage territorial parviendrait à relâcher les contraintes économiques qui conduisent tout projet industriel à rechercher des économies d'échelles garantes d'une certaine compétitivité.
Ces modèles de bioéconomie circulaire territorialisés sont-ils pour autant exonérés des contraintes de compétitivité et de rentabilité ?

Il est vrai que les innovations inscrites dans ces projets amènent souvent à la création de nouveaux produits ou de nouveaux services sur des segments de niche, sur des circuits locaux (Benoit, 2021; Callois, 2022). Cependant, dans sa visée transformatrice, la transition vers la durabilité des systèmes productifs devrait dépasser l'option de changements poussés par des innovations de niche. De nouvelles propositions de valeurs intersectorielles capables de se substituer aux standards pétro-sourcés devraient alors être émises. Ce « changement d'échelle » des innovations conduit alors à reposer l'épineuse question de la compétitivité de la bioéconomie circulaire et des projets territoriaux qui la portent.

Il faut dire, comme le démontrent DeBoer et al. (2020), que la compétitivité de la bioéconomie circulaire est loin d'être vérifiée dans la littérature sur le sujet. Les auteurs confirment que la bioéconomie génère une augmentation générale des coûts et des contraintes de production. Ils relèvent également le développement de travaux axés sur les défis liés à la commercialisation de la bioéconomie. Ils rapportent ainsi que les entreprises opérant sur les marchés inter-entreprises (B2B) peuvent faire face à des coûts de changements de fournisseurs. Et de leur côté, les entreprises tournées vers un marché final peuvent avoir aussi des difficultés à modifier le consentement à payer des consommateurs pour des produits ou des services biosourcés. Mais, pour ces auteurs, les études sur la compétitivité de la bioéconomie circulaire restent très partielles. La majorité des recherches analysées par ces auteurs sont consacrées à la compréhension de la durabilité et des résultats économiques des entreprises de bioéconomie les plus proactives, ignorant donc les autres tentatives de plus faible envergure. On constate ainsi que l'analyse des performances économiques des projets de bioéconomie circulaire territoriale semble peu présente dans cette littérature scientifique. Et plus généralement, l'ambiguïté de la relation entre durabilité et compétitivité de la bioéconomie circulaire qui se dégage de ces recherches, fait que la question de la compétitivité des projets de bioéconomie circulaire reste entière.
Pour aller plus loin, DeBoer et al., (2020) préconisent le déploiement d'études plus précises sur la compétitivité d'entreprise et ses composantes en commençant par l'adoption d'une définition claire de la compétitivité à analyser. En effet, La compétitivité se définit à la base comme « le degré d'efficacité d'une entreprise sur un marché, par rapport à ses principaux concurrents » DeBoer et al., (2020), mais elle peut aussi avoir une dimension financière ou marchande ; il peut s'agir d'une performance de réputation ou opérationnelle ou encore d'une performance d'innovation. Nous sommes tenté de suggérer par ailleurs les questions soulevées par la recherche d'une performance territoriale et de ses composantes sociales. Avec ces auteurs, avec Benoit (2021) et Callois (2022), on en vient alors à interroger la coopération comme un premier vecteur de réussite des projets de bioéconomie circulaire.

En somme, les performances des projets de bioéconomie circulaire peuvent être appréhendées sous des angles variés et comme le soulignent DeBoer et al., (2020) la réussite de la bioéconomie circulaire ne s'apprécie finalement qu'au regard des objectifs déclarés. Il ressort ainsi que si le manque de précision sur les performances de la bioéconomie circulaire

conduit à la fabrique des mythes politiques, sur le terrain il peut en être autrement. Il importe dans ce cas, d'interroger les objectifs attendus par les parties prenantes dans un projet, y compris l'objectif de rentabilité, puis d'identifier les scénarios permettant de les atteindre.
A l'échelle du projet, ce sont bien ces parties prenantes potentielles qui conditionnent leur engagement à l'obtention d'un minimum de preuves sur les performances du projet répondant aux divers enjeux de durabilité et de compétitivité.
Sous cet angle, la démarche consiste en une analyse au cas par cas, basée sur l'ingénierie de projet. La question de la compétitivité des initiatives de bioéconomie circulaire territoriale devient une problématique de viabilité des projets posée dès l'émergence du projet sur un territoire donné. Il s'agit donc d'analyser les conditions de réussite d'un projet dans ses dimensions, environnementales, techniques, économiques, sociales et partenariales. C'est dans cette perspective que nous proposons l'analyse d'un cas d'étude qui vise à approfondir la question de la viabilité des projets de bioéconomie circulaire en milieu rural.

2. CAS D'UN PROJET DE BIORAFFINERIE TERRITORIALE EN CEVENNES

Selon Colonna & Valceschini (2017) les bioraffineries permettent de « transformer sur un même site une diversité d'intrants pour différents marchés (matériaux, chimie, énergie ou encore alimentation) » (p.162). La « bioraffinerie territoriale » est la troisième figure de bioraffinerie, aux côtés de la bioraffinerie portuaire dédiée aux biocarburants et de la bioraffinerie dédiée à la valorisation des déchets urbains. « La bioraffinerie territoriale » traite « des matières premières agricoles ou forestières produites dans des bassins de production (grandes cultures et forêts) connexes » (p. 162). Pour Rouffignac (2019), la bioraffinerie est principalement « concept organisationnel sociotechnique ».
En pratique, la mise en place d'une tel site de production passe par une phase de montage au cours de laquelle il importe d'analyser la raison d'être du projet, de définir son dimensionnement, son fonctionnement technico-économique, ainsi sa proposition de valeur. L'évaluation de son empreinte territoriale nécessite également une analyse de la cohérence du projet au regard du contexte local. Cet ensemble de réflexions préalables à la réalisation du projet permet d'aborder la question de la viabilité d'un projet de bioéconomie circulaire mentionnée dans le paragraphe précédent.

Nous prenons ici le cas d'un projet d'implantation d'une bioraffinerie territoriale visant à valoriser du bois de taillis de châtaigniers par les voies de la chimie verte. Les données sont collectées principalement sur la base d'enquêtes directes auprès d'experts, d'acteurs des filières et du territoire concernées.

2.1. Présentation du projet de bioéconomie circulaire en Cévennes : son point de départ et sa définition

Le cas d'étude porte sur un projet « d'innovation ouverte » dans les Cévennes[11]. Le point de départ du projet est le constat du dépérissement des taillis de châtaigniers particulièrement présents dans la forêt du Gard et de la Lozère. Cet état sanitaire du peuplement inquiète les propriétaires, une partie des habitants, des collectivités locales. Il concerne plus directement les acteurs de la filière bois pour qui la préservation des ressources forestières et la lutte contre les risques d'incendie nécessite un entretien et une gestion raisonnée et concertée du milieu forestier (à l'aide des chartes forestières par exemple). Cependant, les propriétaires forestiers semblent dans une impasse : aucun taillis mort n'est utilisable en bois d'œuvre (des charpentes aux piquets). Les taillis de châtaigniers morts, riches en tannins restent donc sur pied parce qu'aucun intérêt économique ne peut être dégagé de ces coupes (tant pour les propriétaires que pour les bucherons et scieries).

[11] Projet Région Occitanie – Sciences et Société- MODESTINE 2021-2024.

La filière bois en Cévennes tente pourtant de rester active sur 269 000 hectares de forêt locale (environ 76% du territoire cévenol selon l'IGN[12]). Le volume de bois vivant sur la zone est évalué près de 40 millions de m3 (IGN). L'exploitation du bois est depuis toujours limitée par les problèmes d'accès aux parcelles du fait des fortes déclinaisons de terrain ou de l'absence de sentiers. Elle est actuellement encore plus restreint du fait du changement climatique et les maladies et du morcellement de la propriété foncière.
La forêt cévenole s'étend principalement dans le Gard et la Lozère et touche en bordure les départements de l'Ardèche, de l'Aveyron et de l'Hérault. Selon l'INSEE[13] il y a 10 ans, la filière y regroupait près de 2000 emplois peu délocalisables. Le Guide forestier dénombre 16 entreprises d'exploitations forestières dans Gard[14] et environ 10 en Lozère[15]. La filière bois cévenole bénéficie aussi de structures d'animation dynamiques telles que les Chartes forestières (Pays des Cévennes, Sud Lozère). Ces dernières sont capables de fédérer un grand nombre de parties prenantes[16].
Les châtaigniers cévenols s'étendent quant à eux sur 30 000 hectares dans les deux principaux départements, le Gard et la Lozère (figure 1).

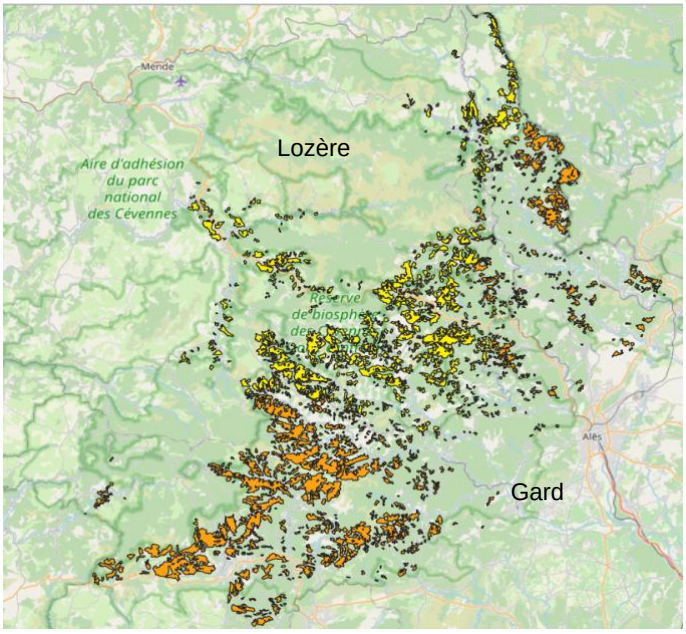

Figure 1 : Localisation des châtaigniers entre le Gard et la Lozère (données IGN 2017/2019)

C'est dans ce contexte qu'une première étude sur les tannins de châtaignier a été réalisée par une unité de recherche en chimie verte (UMR IATE, INRAE Montpellier). Cette dernier démontre que les bois morts ou en dépérissement sont davantage concentrés en tannins que les bois vivants.
De ce constat, un schéma de valorisation technique est imaginé sur la base d'une valorisation en cascade des bois de châtaigniers et un projet de recherche financé par la Région Occitanie voit le jour en 2021 sur la base d'un partenariat scientifique pluridisciplinaire (en chimie verte (UMR IATE, INRAE Montpellier), en écologie industrielle (UMR LCA, INP Toulouse) et en économie des filières (UMR AGIR, INRAE Toulouse). Le projet bénéficie également d'un partenariat avec des acteurs socioéconomiques locaux (Syndicat des Hautes Vallées Cévenoles et la Mairie de Saint Roman de Codière).
Pour le volet socioéconomique, plusieurs séries d'enquête ont été menées pendant les 3 ans

[12] Inventaire forestier : SylvoEcoRégion SER G 70, Cévennes.
[13] 1290 emplois dans le Gard et 780 emplois en Lozère, en 2014, selon Filière forêt-bois : Un potentiel économique à développer—Insee Analyses Occitanie—56.
[14] « Les exploitants et entrepreneurs forestiers du 30 – Gard » – guide-forestier.com.
[15] « Les exploitants et entrepreneurs forestiers du 48 – Lozère » – guide-forestier.com.
[16] Par exemple, selon un extrait du journal local « Le réveil du Midi » du 2 mai 2019, La Charte Forestière du Pays des Cévennes soutenue par le fonds Leader (2019-2021), mobilise 13 porteurs d'actions, 14 élus suivent son pilotage, 51 structures partenaires.

du projet (figure 2).

Dispositifs d'enquête	Objectifs de Collecte de données	Opérations
Questionnaire auprès des propriétaires cévenoles, diffusé via la lettre d'information du CRPF	Recueillir l'avis des propriétaires sur l'état sanitaire des châtaigniers et sur leur gestion.	57 réponses au questionnaire
Entretiens auprès des acteurs et expert de la filière bois cévenols	Évaluer les conditions les coûts de coupe, de collecte des bois de taillis de châtaigniers morts ou en dépérissement	12 entretiens
Entretiens auprès des acteurs de l'aval	Évaluer les attentes des acteurs de l'aval, identifier les marchés et les acteurs présents sur le marché	39 entretiens
Entretiens auprès des acteurs du territoire (habitants, associations, élus, structures d'animation du territoire, services publics forestiers, usagers de la forêt)	Évaluer les conditions d'implantation du projet de bioraffinerie selon les acteurs du territoire	21 entretiens
Ateliers	Débattre sur les avancées du projet	2 Ateliers 2 visioconférences

Figure 2 : démarches d'enquête du projet Modestine

La collaboration avec l'UMR LCA a permis de définir le procédé industriel générique d'extrusion des composants du bois, basé sur la valorisation en cascade de ces bois de taillis de châtaigniers (figure 3).

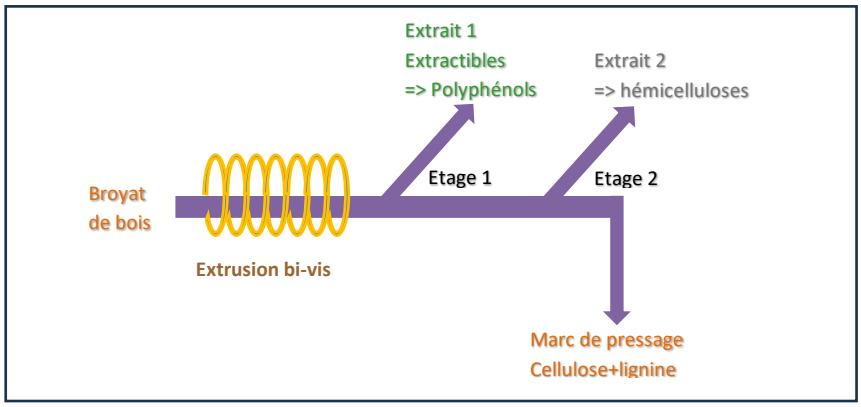

Figure 3 : Description du procédé bi-vis d'extrusion des composants du bois.

Le projet d'implantation de la bioraffinerie a été construit autour de l'installation de cet équipement complété par d'autres équipements (broyeurs, centrifugeuse, presses hydraulique…) afin d'obtenir une valorisation en cascade et totale des composants du bois.

Les différentes analyses ont permis d'identifier techniquement 2 valorisations intéressantes : la production de tannins et la fabrication de panneaux de bois de type MDF. L'encadré ci-dessous (figure 4) présente une synthèse des démarches d'optimisation du procédé qui ont conduit à ce scénario technique.

Les analyses de la composition des bois ont montré que l'extrusion bi-vis était intéressante en particulier pour obtenir des extraits de tanins dès le premier passage (1er étage) dans l'extrudeuse bi-vis.
Plusieurs tests d'optimisation du procédé ont été effectués. La composition des extraits ainsi obtenus a validé la présence de polyphénols et d'autres molécules d'intérêt. Toutefois, le fractionnement

secondaire (2ème étage) visant à extraire en milieu alcalin les hémicelluloses n'a pas apporté les résultats attendus, en raison de rendements limités.
En parallèle de l'analyse de la composition des extraits, une étude sur la valorisation des extrudats fibreux de bois de châtaignier a été réalisée. Les panneaux fabriqués à partir de l'extrudat (récupéré en sortie de l'extrudeur bi-vis après extraction des tanins) se sont révélés de meilleure qualité que ceux fabriqués directement à partir de copeaux de bois de châtaignier, ou que des panneaux MDF du commerce. Leurs propriétés mécaniques s'avèrent supérieures notamment en raison de la dissociation des hémicelluloses réalisée par le procédé d'extrusion bi-vis qui favorisent avec les lignines l'auto-adhésion des fibres au cours du thermopressage. S'agissant des émissions de formaldéhyde (composé volatil cancérigène), les tests ont révélé des niveaux inférieurs aux standards. **Cependant, les performances thermiques des panneaux se sont avérées moyennement bonnes pour des usages en tant qu'isolants. Cette voie de valorisation semble donc peu pertinente.**
L'évaluation des impacts environnementaux a été réalisée à l'aide d'une Analyse de Cycle de Vie (ACV) du berceau à la porte, c'est-à-dire sans prise en compte des impacts liés aux phases d'usage et de fin de vie. Cette évaluation montre que la valorisation de l'extrudat par la fabrication de panneaux permet de réduire l'impact environnemental. Globalement, les panneaux ainsi fabriqués ont moins d'impacts que des panneaux de MDF équivalents.

Figure 4 : Extrait de la synthèse des résultats du projet Modestine diffusée aux partenaires

2.2. Co-construction du projet avec les acteurs

La conception du projet d'installation de la bioraffinerie a été menée en concertation avec les équipes et les acteurs locaux. Ainsi, à l'issue des entretiens avec les acteurs du territoire, trois sites de production ont été identifiés *a priori* : la plateforme bois-énergie de la commune de Saint-Roman-de-Codières (30) (partenaire du projet) ; la zone artisanale de Saint-Privat-de-Vallongue (48) et la zone artisanale des Salles-du-Gardon (30). Ces 2 dernières options n'exigent pas d'artificialisation supplémentaire et sont proches des axes logistiques, elles apparaissent plus propices à l'implantation du projet.

L'étude sur les conditions d'approvisionnement en bois de taillis de châtaignier morts ou dépérissants a confirmé que le gisement exploitable était très important et malheureusement en phase d'expansion du fait des maladies du châtaignier (le chancre et l'encre), en raison du changement climatique et du manque d'entretien de certaines parcelles. Considérant que la moitié des surfaces de taillis de châtaignier est en voie de dépérissement et que 55% de ces taillis sont accessibles (pentes modérées ou routes forestières à proximité) le gisement exploitable s'élève à 400 000 tonnes de bois.
Le coût de coupe et de broyage a été estimé sur la base de l'expertise d'entreprises de travaux forestières locales. Il s'élèverait à 80€/équivalent tonne. Une partie de ce coût correspond à l'achat des taillis aux propriétaires (10€/ équivalent tonne). Cette hypothèse de rémunération constitue une première incitation à une meilleure gestion de l'état sanitaire de la forêt cévenole.

Pour ce qui est de l'installation de l'unité de production, le modèle technico-économique de production a été établi à partir d'hypothèses basses en termes de capacité de production (un équipement bi-vis de moyenne capacité, un temps d'utilisation réduit et une main d'œuvre minimale). Il a fourni une première estimation des rendements envisageables avec un atelier de taille artisanale. Le schéma technico-économique ci-dessous présente les principaux éléments de ce dimensionnement[17].

[17] Le calibrage du projet (choix de équipements, fonctionnement de l'unité) a été simplifié et conduit à une sous-estimation des rendements annuels de production.

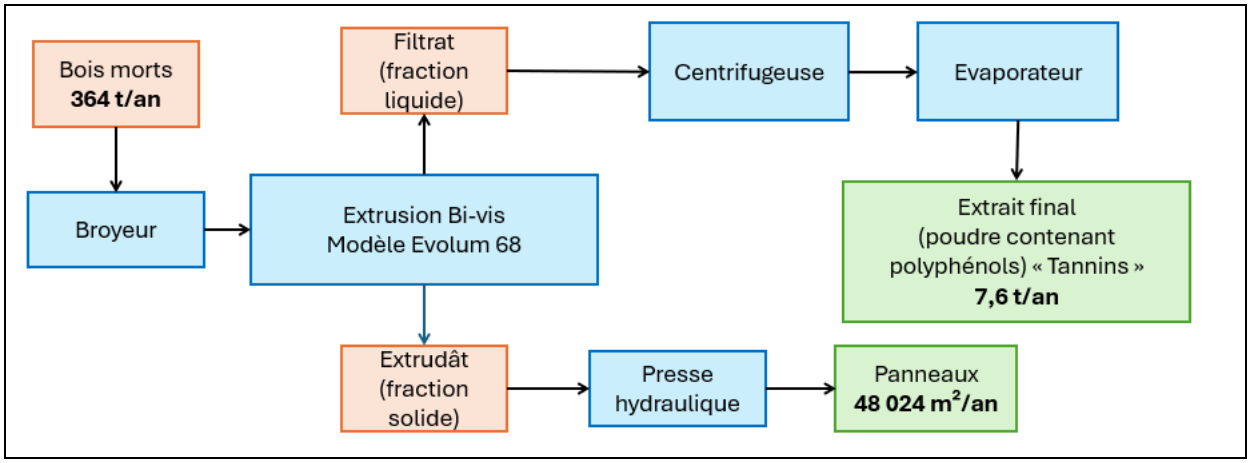

Figure 5 : schéma technico-économique de l'unité de production avec les quantités annuelles entrantes et sortantes

Le fonctionnement de la bioraffinerie mobilise 3 emplois locaux : 2 techniciens à temps plein ainsi qu'un ingénieur dont la mission à mi-temps est dédiée au paramétrage de l'équipement et à mi-temps à une activité de technico-commercial.

Le coût d'implantation de l'unité de production comprend l'achat des équipements et la construction d'un bâtiment industriel (500 k€). Le montant global de l'investissement est estimé à 1,98 millions €. Cet investissement pourrait en partie l'objet d'une demande de subvention publique (Région, BPI etc., selon le profil du ou des porteurs du projet).

La question des débouchés à trouver pour vendre les tanins a été abordée à partir d'enquêtes auprès de clients potentiels positionnés sur quatre marchés d'ingrédients : cosmétiques, nutrition animale, tannerie/colorants et œnologie. On trouve d'un côté (cosmétiques), des débouchés à faible volume avec une forte valeur ajoutée potentielle mais nécessitant des opérations supplémentaires de documentation et de certification, longues et coûteuses. D'un autre côté, les débouchés à plus gros volumes (alimentation animale, tannerie/colorants et œnologie) procurent une valeur ajoutée très faible, avec un accès aux marchés à la fois plus simple (moins de certifications sur la qualité des ingrédients) mais relativement limité par la présence de leaders régionaux. Ces conditions de marché déterminent les hypothèses relatives aux débouchés visés par le projet.
Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des différents débouchés y compris celui des panneaux de bois résultant des différentes estimations.

Co-produits	**Marchés ciblés**	**Caractéristiques des marchés**	**Prix**	**Débouchés accessibles**
Tannins	Ingrédients pour cosmétiques, nutraceutiques	Concurrence locale et européenne (France, Italie, Slovénie)	100 à 150 €/kg	1 tonne maximum
Tannins	Ingrédients pour la coloration	Concurrence régionale (Green'Ing), en France, Italie, Slovénie.	46 €/kg	1 tonne maximum
Tannins	Ingrédients pour Œnologie/vieillissement	Concurrence internationale forte, peu d'intérêt sur la qualité	2 à 4€/kg	0
Tannins	Ingrédients pour tannage végétal	10 à 15% du marché des tannages (contre 80% tannage au chrome)	2€/kg	limité
Tannins	Ingrédients pour nutrition animale	2 Leaders très présents : Kingtree et Silvateam Taille : volume potentiel important	2 €/kg	Opportunités auprès des éleveurs locaux

Panneaux	Bois d'œuvre : matériaux de construction et fournitures de décoration	Marché ouvert pour des panneaux de qualité supérieure peu de négociation sur les prix	10 €/m2	circuits classiques de la filière bois locale

Figure 6 : caractéristiques de débouchés visés par coproduits du projet Modestine.

3. viabilité du projet en émergence

Nous allons examiner la viabilité du projet c'est à dire non seulement sa rentabilité économique mais aussi ses conditions sociales et environnementales. Les résultats nous conduiront ensuite à questionner les ressorts de la gouvernance du projet.

3.1 Les déterminants de la viabilité du projet

- **L'estimation de la rentabilité du projet**

La rentabilité économique de projet est évaluée à partir du récapitulatif des soldes annuels de l'activité, selon les débouchés visés (scénarios). La première série de ratios économiques annuels (coûts, recettes, soldes) est présentée sur la figure 7, ci-dessous.

Débouchés visés	Coûts de fonctionnement par an[18]	Recette annuelle issue de la vente de Tannins	Recette issue de la vente de panneaux	Recette totale	Part des recettes issus du secteur bois d'œuvre	Solde annuel (Bénéfices-Coûts)
Bois d'œuvre (10 €/m2) + Cosmétique (100 €/kg)	525 218€	757 120,00€	480 000,00€	1 237 120,00€	39%	711 902,31€
Bois d'œuvre (10 €/m2) + Colorant (46€/kg)	525 218€	348 275,20€	480 000,00€	828 275,20€	58%	303 057,51€
Bois d'œuvre (10 €/m2) + Nutrition animale (2€/kg)	525 218€	15 142,40 €	480 000,00 €	495 142,40 €	97%	-30 075,29 €
Bois d'œuvre (10 €/m2) +Mixte (Cosmétique et Nutrition animale	***525 218€***	***132 200,00€***	***480 000,00€***	***612 200,00€***	***78%***	***231 329,20€***

Figure 7: estimation du solde annuel selon les débouchés possibles

Ces premières estimations des recettes issues de la vente des deux coproduits amènent à constater que les débouchés du secteur traditionnel de la filière bois (panneaux) contribuent fortement à créer de la valeur. Ce résultat est sans surprise dans la mesure où l'extrudât servant à la fabrication de bois correspond à 92% de la matière sèche transformée.

En termes de scénarios, nous avons vu que les débouchés dans les secteurs cosmétiques sont intéressants mais limités. Il n'est pas donc pas réaliste d'en faire l'unique débouché des tannins. Les contraintes d'accès apparaissent moins fortes sur le marché des colorants, mais la présence de leaders réputés réduit énormément les perspectives de commercialisation. C'est la raison pour laquelle un « scénario mixte » a été pensé : les tannins sont valorisés sur

[18] Le coût de fonctionnement sans la main d'œuvre (énergie) de la broyeuse et des presses hydrauliques dédiées à la fabrication de panneaux représente 91% du coût total de fonctionnement (énergie, eau)

le marché des ingrédients pour la cosmétique à hauteur d'une tonne par an et le reste des volumes est destiné au secteur de la nutrition animale.

Suite à ces résultats pour les différents débouchés possibles, une VAN (Valeur Actualisée Nette)[19] a été calculée sur 20 ans. Elle introduit donc dans l'évaluation des performances économiques, les amortissements[20] et les investissements :

Débouchés visés	**VAN**
Bois d'œuvre + Alimentation Animale	-2 786 831,30 €
Bois d'œuvre + Colorant	2 203632,51 €
Bois d'œuvre + Cosmétique	7 478 641,66 €
Bois d'œuvre + Mixte tannins (Cosmétique et nutrition animale)	3 417685,80 €

Figure 8: VAN selon les débouchés

Ces estimations sont simplifiées[21] mais elles confirment que la performance économique du projet de bioéconomie circulaire dépend des débouchés à haute valeur ajoutée, malgré la faiblesse des volumes commercialisables. L'épreuve de marché conditionne fortement la viabilité pour de ce type de projets.

Les liens de proximités organisationnelles entre la filière bois-forêt et le secteur des ingrédients à haute valeur ajoutée sont actuellement le fait d'acteurs industriels internationaux de la chimie (un groupe comme KingTree,par exemple) capables de piloter un approvisionnement en matière première végétale brute, de maitriser la fabrication d'ingrédients et de faire certifier la qualité des polyphénols contenu dans ces ingrédients (pureté des tannins) pour être présent sur le secteur des cosmétiques. La diversité des débouchés multiplie les contraintes, ce qui peut déterminer le profil des parties prenantes susceptibles de s'engager dans le projet. Néanmoins, la dimension territorial d'un projet permet aussi de recruter une certaine diversité de parties prenantes (industriels de divers secteurs, associations, institutions locales…).

- **Les conditions territoriale de la viabilité du projet : enjeux sociaux et environnementaux**

Selon les acteurs du territoire interrogés, il est essentiel que la bioraffinerie fonctionne avec des bois cévenols afin de traiter les enjeux locaux de la forêt : qualité des paysages, régénération écologique, redressement de la valeur des parcelles de taillis de châtaigniers dépérissant, diminution du risque incendie.

2 postures permettent de caractériser le tissu social et l'attitude des habitants par rapport au projet :

- Une posture « conservatrice » dans laquelle l'intervention humaine est perçue comme une déformation de l'environnement naturel cévenol.
- Une posture « interventionniste » avec d'un côté, la promotion d'une culture forestière et de l'autre, un rapport culturel renouvelé à l'espace naturel cévenol (par exemple la création de nouveaux vergers de châtaigniers dans les vallées).

Ces postures ne dépendent pas de la durée de résidence sur le territoire de ceux qui les défendent mais plutôt du niveau de connaissances du milieu forestier, de leurs représentations symboliques de la nature et du territoire.

Par ailleurs, concernant le projet de bioraffinerie en lui-même, la production de tannins n'est

[19] la formule de la VAN : flux de trésorerie x $\left(\frac{1}{(1+i)}\right)^n$. Le flux de trésorerie étant composé annuellement par les flux sortants (investissement, amortissement, coûts de fonctionnement) et entrants (recettes selon les débouchés)..

[20] Amortissement linéaire sur 10 ans pour l'équipement et sur 20 ans pour le bâtiment industriel.

[21] les taxes et impôts n'ont pas été pris en compte par exemple.

pas nouvelle en Cévennes comme dans beaucoup d'autres zones rurales mais comme partout ailleurs, la population locale revendique une attention particulière à l'impact environnemental de toute initiative industrielle à proximité. Les enquêtes attestent l'idée que pour ce projet que le fait d'utiliser un procédé d'extrusion à l'eau, est rassurant pour la population.

Les conditions sociales d'implantation de la bioraffinerie selon les acteurs enquêtés du territoire et de la filière sont donc les suivantes :

- assurer l'entretien de la forêt sans excéder la quantités nécessaire de prélèvement ;
- permettre le maintien et la diversification des activités pour la filière forêt-bois ;
- créer une culture forestière pour les habitants et sensibiliser aux enjeux forestiers du territoire ;
- assurer aux propriétaires un débouché rentable pour les bois morts et dépérissants.

Les enquêtes soulignent également la nécessité d'une coopération forte et transparente entre les porteurs de projet (publics et privés). La question de la répartition de la valeur créée sur le territoire se focalise surtout au niveau des propriétaires mais elle concerne l'ensemble du territoire
Ces résultats montrent, en fin de compte, que les différents enjeux du territoire comptent dans toute projet local d'implantation d'une bioraffinerie.

3.3. Faire converger les enjeux des projets locaux de bioéconomie circulaires à la lumière de ce cas d'étude.

L'étude de cas présentée dans cet article permet de confirmer que l'hypothèse d'une compétitivité limitée des innovations en bioéconomie et que cette limite vient notamment du fait que beaucoup de produits biosourcés issus d'un modèle d'économie circulaire ne sont que des substituts aux produits standards. Néanmoins, les modèles de bioéconomie basés sur cascade technologique de fabrication de coproduits constituent une opportunité pour diversifier les voies de valorisation des bioressources et pour améliorer les performances économiques de ce type de projets. Des perspectives en faveur d'une meilleure valorisation des bioproduits s'ouvrent aussi sur le plan législatif. Par exemple, dans notre étude cas, les panneaux obtenus émettent 10 fois moins de composés volatils que leurs équivalents standards. Ils sont donc plus conformes à l'application du règlement Reach, tend à limiter de plus en plus l'usage du formaldehyde dans la fabrication de matériaux industriels. Autre exemple, les recommandations de l'ANSES[22] préconisent l'interdiction du formaldéhyde dans la fabrication de tourteaux, utilisé couramment pour ses fonctions bypass chez les ruminants. L'évolution de la législation sanitaire et environnementale est un véritable vecteur d'amélioration des débouchés pour les productions de la bioéconomie circulaire.

Au plan local, l'étude montre un relatif consensus autour du projet entre les différents acteurs du territoire du fait notamment du modèle de bioéconomie circulaire choisie : une méthode co-construction, des choix techniques d'éco-conception du projet (ACV réalisée pour les fabrications de panneaux, procédé d'extrusion à l'eau, valorisation de tous les co-produits). Plus encore, les enquêtes montrent que la volonté de faire profiter l'ensemble des acteurs du territoire de cette dynamique locale est une clé d'adhésion et de réussite du projet. Néanmoins la mobilisation des acteurs locaux conduit à multiplier les attentes et complexifient le montage des projets.
Ces résultats de l'étude de cas le montre bien. Le projet est peu efficient au regard des besoins forestiers c'est à dire du renouvellement espéré des peuplements de la forêt cévenole. En effet, le gisement estimé à 8000 ha (400 000 tonnes) alors que le projet présenté est dimensionné pour un traitement de moins de 8 ha par an. Le projet ne répond pas suffisamment aux besoins d'entretien de la forêt. Les animateurs locaux de la gestion

[22] ANSES (2019), Alternatives *potentielles au formaldéhyde en alimentation animale*, Rapport d'expertise collective, Saisine n° 2014-SA-0236 juillet - Édition scientifique. 76 p.

forestières (chartes forestières) ne peuvent être que déçus de la faible envergure du projet, ce qui peut limiter l'engagement de ces parties prenantes. On comprend ainsi que le projet devra être élargi pour « faire territoire » (Baudin & Bonnin, 2009). Il pourrait s'agir de créer un cluster ou un réseau élargi de création de valeurs (Esparon, 2021) associant l'utilisation des bois de taillis de châtaigniers à d'autres activités locales (valorisation de la résine de pins, atelier de transformation de châtaignes, plateforme bois-energie). Ces pistes ouvrent la voie à une gouvernance élargie des parties prenantes. Cette gouvernance nécessaire à la conduite d'un projet local plus transversal et complexe pourraient aussi s'inspirer des principes de l'économie sociale et solidaire. L'étude des performances dans ce cas fournirait des réponses complémentaires à cette étude.
Ce cas d'étude interroge également le rôle de la recherche, c'est à dire du type d'accompagnement de projet dédié à la bioéconomie circulaire dans une démarche pluridisciplinaire. Pour le cas d'étude présenté dans cet article, il a été décidé de poursuivre la coopération entre recherche publique, acteurs locaux. Les besoins en innovation (process, produits, organisation, marchés) restent importants pour l'essor de ces modèles de bioéconomie circulaire viables.

Conclusion

Les politiques publiques en faveur de la bioéconomie se focalisent sur la disponibilité de la biomasse utilisable notamment pour produire de l'énergie. Mais la transition vers des productions plus biosourcées et plus soutenables, visée par ces mêmes politiques tendent aussi à conférer aux modèles de bioéconomie circulaire territorialisés, un rôle majeur pour le changement de système productif. Néanmoins, comme le montre l'étude de cas présentée dans cet article, quand il s'agit de production de matériaux et d'ingrédients, la viabilité des projets d'innovations, qui conditionne leur multiplication, se heurte à l'épreuve des marchés. Il est en effet difficile de développer un modèle local sans rechercher une rente supplémentaire tirée d'une segmentation de marché, pour protéger l'initiative.
Or, la fin du pétro-sourcé et de l'économie linéaire ne vise pas l'avènement d'une économie de rente mais d'une généralisation des usages biosourcés sans changement évident des systèmes de prix. C'est l'un des freins actuels à l'avènement de la « bioéconomie intégrale » (Callois 2022). Sous cet angle, le principal levier à l'essor de la bioéconomie circulaire reste la réglementation. Le second levier qui pourrait être exploré est celui d'une gouvernance territoriale élargie de ces projets. Il s'agirait ainsi d'actionner simultanément deux moteurs de développement des territoires : le projet productif et la gouvernance (Torre, 2018).
Ainsi, à toutes les échelles, la cohérence des politiques publiques apparaît essentielle au déploiement de la bioéconomie circulaire.

BIBLIOGRAPHIE

Amdaoud, M., Levratto, N. (2023). Territoires d'industrie : Hétérogénéité et convergence. *Revue d'économie industrielle*, *181182*(1), 199-229.

Baudin, G., Bonnin, P. (2009). *Faire territoire* (p. 320). éditions Recherches. https://shs.hal.science/halshs-00400455

Béfort, N. (2020). Going beyond definitions to understand tensions within the bioeconomy : The contribution of sociotechnical regimes to contested fields. *Technological Forecasting and Social Change*, *153*, 119923. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119923

Benoit, S. (2021). Bioéconomie et diversité des ancrages territoriaux. *Économie rurale*, *376*(2), 77-91. https://doi.org/10.4000/economierurale.8944

Callois, J.-M. (2022). *Le renouveau des territoires par la bioéconomie : Les ressources du vivant au cœur d'une nouvelle économie*. éditions Quae. https://doi.org/10.35690/978-2-7592-3492-9

Chembessi Ch, Bourdin S, Torre A., (2024)Towards a territorialisation of the circular economy: the proximity of stakeholders and resources matters, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, https://doi.org/10.1093/cjres/rsae007

Colonna, P., Valceschini, E. (2017). Chapitre 8 - La bioéconomie : Vers une nouvelle organisation des systèmes agricoles et industriels ? In G. Allaire & B. Daviron (Éds.), *Transformations agricoles et agroalimentaires : Entre écologie et capitalisme* (p. 151-165). Éditions Quæ. https://books.openedition.org/quae/21727

D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy : A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, *168*, 716-734. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053

DeBoer, J., Panwar, R., Kozak, R., & Cashore, B. (2020). Squaring the circle : Refining the competitiveness logic for the circular bioeconomy. *Forest Policy and Economics*, *110*, 101858. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.01.003

Debref, R., Vivien, F.-D. (2021). Quelle bioéconomie écologique ? Retour sur le débat des années 1970-1980. *Économie rurale*, *376*(2), 19-35. https://doi.org/10.4000/economierurale.8789

Esparon, S. (2021). Explorer les conséquences structurales d'une bioéconomie circulaire territoriale : Étude de cas dans le secteur forêt-bois à l'échelle d'une communauté de communes. *Économie rurale*, *376*(2), 93-114. https://doi.org/10.4000/economierurale.8953

Geels, F. W., Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, *36*(3), 399-417. https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003

Georgescu-Roegen, N. (1978). De La Science Économique a La Bioéconomie. *Revue d'économie politique*, *88*(3), 337-382.

Gobert, J. (2018). La bioraffinerie : Mythe structurant d'une infrastructure clé de la transition écologique. *Tracés. Revue de Sciences humaines*, *35*, Article 35. https://doi.org/10.4000/traces.8259

Levidow, L., Nieddu, M., Vivien, F. D., & Befort, N. (2017). *Transition du régime agro-industriel européen vers la bioéconomie : Life Sciences versus Agroécologie* (G. Allaire B. Daviron, Éds.). Éditions Quæ. http://www.quae.com/fr/r5062-transformations-agricoles-et-agroalimentaires.html

Pahun, J., Fouilleux, È., Daviron, B. (2018). De quoi la bioéconomie est-elle le nom ? Genèse d'un nouveau référentiel d'action publique. *Natures Sciences Sociétés*, *26*(1), 3-16. https://doi.org/10.1051/nss/2018020

Rouffignac, A. de. (2019). *Diversité des patrimoines et valorisation de la biomasse forestière : Quelles mutations des filières forêt-bois ?* [Phdthesis, Université de Reims Champagne Ardenne]. https://hal.science/tel-02974298
Stegmann, P., Londo, M., Junginger, M. (2020). The circular bioeconomy : Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation & Recycling: X*, *6*, 100029. https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029

Wilde, K., Hermans, F. (2021). Deconstructing the attractiveness of biocluster imaginaries. *Journal of Environmental Policy & Planning*, *23*(2), 227-242. https://doi.org/10.1080/1523908X.2021.1891872