

Appel à Manifestation d'Intérêt AMI- DAS Bioéconomie

1. Proposition de thématique : Valorisation des agro-ressources pour l'extraction et la production de molécules et matériaux à haute valeur ajoutée

2. Problématique et Contexte

Quel enjeu ou défi scientifique/technologique ce thème adresse-t-il ?

Le projet proposé vise la valorisation des agro-ressources et bio-déchets d'origine végétale et agro-alimentaire par des procédés innovants, combinant la chimie durable, intégrant les catalyses chimique et biologique, aux procédés de synthèse éco-responsable (incluant les procédés en milieu aqueux, sans solvants, la mécano-chimie, l'extrusion, ou encore l'activation par micro-ondes et ultrasons pour la production de biomolécules pour des applications dans les domaines de la chimie de spécialité ou des produits finis (intermédiaires chimiques, molécules plateformes ou molécules à hautes valeurs ajoutées), des polymères et des matériaux biosourcés, de l'alimentaire, du biocontrôle et de la biostimulation.

Pourquoi est-il stratégique de se positionner sur ce sujet en Hauts-de-France ?

La Région Hauts de France compte plus de 57% de ses exploitations spécialisées en productions végétales (plus de 2 millions d'hectares) et est l'un des piliers de l'agriculture française. En effet, deux pommes de terre sur trois, une betterave sur deux, une tonne de blé sur cinq, 1/4 de la production mondiale de chicorée industrielle (60000 tonnes) et 20% des cultures légumières françaises sont produites dans la région. L'ensemble des productions végétales génèrent plus de 7 milliards d'euros de chiffre d'affaires (Agreste 2022). Une autre plante d'importance régionale, le houblon, est riche en composés phénoliques et terpènes aux propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et sédatives. Historiquement cultivé pour la brasserie, sa culture est en cours de redynamisation avec l'essor des microbrasseries et des circuits courts. Cette force s'accompagne d'un réseau d'industries agroalimentaires particulièrement bien développé (4ème région pour ses salariés dans le domaine agroalimentaire).

La production végétale ouvre des perspectives importantes vers le développement d'alternatives aux produits à base de carbone pétrosourcé. L'utilisation de biopolymères et molécules issues du végétale positionne favorablement le développement de nouveaux produits dans un contexte moderne de développement durable. Pour cela, il est nécessaire de développer des procédés d'extraction et de transformations adaptés à cet enjeu et permettant d'atteindre des propriétés applicatives d'intérêt dans des secteurs tels que les emballages, la santé, l'alimentation, le bien-être.

La filière agricole doit également faire face à des défis environnementaux, énergétiques et territoriaux, importants pour l'avenir. Les évolutions réglementaires récentes incitent à réduire massivement les produits phytosanitaires traditionnellement utilisés en agriculture conventionnelle (systèmes agricoles plus durables), et la fréquence des accidents climatiques (périodes de sécheresse récurrentes et des printemps de plus en plus chauds) nécessitent un saut en avant dans l'innovation agronomique pour mieux accompagner les producteurs pour faire face à ces contraintes. Pour répondre aux défis agroécologiques et économiques, la Région doit innover, développer et optimiser des solutions d'avenir, comme (i) le biocontrôle (utilisation d'organismes vivants ou de molécules biosourcées pour protéger les cultures contre les bioagresseurs), afin de réduire la

dépendance des cultures aux produits phytosanitaires conventionnels et (ii) la biostimulation (utilisation de produits biosourcés favorisant la nutrition, la croissance, et la tolérance des plantes au stress abiotique) pour favoriser l'adaptation des cultures régionales aux aléas du changement climatique.

Dans ce contexte, le projet vise à apporter des solutions chemo-biologiques et éco-inspirées pour développer (i) des systèmes de culture agricoles ultra-économiques en intrants chimiques et répondant aux enjeux actuels et futurs du changement climatique et (ii) des procédés innovants d'extraction et de transformations des agro-ressources d'origine végétale.

Impact économique :

Développement de nouvelles filières de production de molécules d'intérêt / Boost de l'activité économique des entreprises régionales sur la chimie et les matériaux biosourcés, le biocontrôle et les biostimulants et des filières associées / Innovation agricole locale / Stabilité des marges des exploitations agricoles en cas d'accidents climatiques / Renforcement de la compétitivité et de l'industrialisation des entreprises des filières de la bioéconomie et de l'Economie circulaire

Impact sociétal :

Réduction des risques sanitaires des agriculteurs et des consommateurs (réduction des résidus pesticides) / Naturalité / Acceptabilité sociale / Bien-être des agriculteurs / Alimentation saine / Sécurité alimentaire / nouvelles filières économiques.

Impact environnemental : Réduction de l'empreinte écologique / Procédés innovants éco-responsables / Adaptation au changement climatique / Réduction des pollutions diffuses dues aux pesticides.

3. Acteurs potentiels

Ce projet permettra de fédérer, structurer et valoriser tous les acteurs académiques et industriels de la Région Hauts-de-France concernés de près ou de loin par la transition agroécologique, la résilience des exploitations agricoles aux contraintes environnementales et le développement d'éco-procédés innovants de transformation et d'extraction. Les contributions seront apportées par :

- **UMRtBioEcoAgro (ULille, INRAe, JUNIA)** (i) pour les aspects biotechnologiques et de bioproduction (fermentation et biocatalyse enzymatique), biologie végétale, éco-extraction et caractérisations des molécules, catalyse hybride appliquée à la valorisation des agro-ressources ; (ii) pour l'identification de nouvelles biomolécules (d'origine végétale ou microbienne) ou de microorganismes bénéfiques de biocontrôle ou de biostimulation, la caractérisation de leurs voies de biosynthèse (biomolécules), la vérification de leur innocuité (toxicité ou écotoxicité éventuelle), leur production à grande échelle (*scaling-up*) et la caractérisation de leurs modes d'action ; (iii) pour la formulation, optimisation et caractérisation de la stabilité dans le temps par des méthodes analytiques (microstructure et marqueur spectral pour relation structure/fonction ; (iv) pour les aspects analyse du cycle de vie, pour l'évaluation de l'efficacité *in vitro* et *in planta* des produits de biocontrôle et de la biostimulation et la caractérisation de leurs modes d'action direct (activité antifongique) et indirect (stimulation des défenses de la plante vis-à-vis du stress biotique pour les produits de biocontrôle et du stress abiotique, en particulier contre le froid et le gel, pour les biostimulants), et l'optimisation des conditions d'application et la performance des produits au champ.

- **UCCS (ULille, UArtois, Centrale Lille, CNRS)** pour les aspects catalyse homogène et hétérogène / catalyse hybride et les procédés d'activation appliqués à la valorisation des agro-ressources, conception et synthèse de polymères et matériaux biosourcés, propriétés tensio-actives.
- **ULille-Cristal** pour l'identification de nouvelles biomolécules innovantes via l'exploitation des génomes (genome mining).
- **TIMR (UTC-ESCOM)** pour le développement de procédés éco-efficients pour la production et la mise en forme de molécules et de matériaux à partir des ressources naturelles et de leurs résidus de transformation.
- **GEC (UTC-UPJV-CNRS)** (i) Pour les aspects d'extraction et de fractionnement des principaux polymères de la biomasse lignocellulosique selon des stratégies durables, ménagées et sélectives (solvants alternatifs non toxiques et cocktails enzymatiques) ; (ii) pour les aspects de transformation des fractions isolées, mise en œuvre d'enzymes (EC 1 et EC 3) en milieux aqueux et non conventionnels à des fins soit de dépolymérisation soit de fonctionnalisation des polymères ouvrant sur des applications dans les domaines des biocarburants, biomatériaux et bioproduits ; (iii) pour les aspects de biocontrôle et de biostimulation : le développement, la mise en œuvre (*in-vitro* et *in-planta*) et la compréhension des mécanismes d'action de molécules actives grâce à des outils analytiques de pointe pour la résistance des cultures aux stress biotiques et abiotiques ainsi que l'adaptation aux changements climatiques dans le cadre des approches de biostimulation.
- **LG2A (UPJV)** pour l'obtention sous forme de produits fonctionnels de nouvelles biomolécules à haute valeur ajoutée issues de leur transformation par des procédés chimiques durables et leur vectorisation
- **ULCO (laboratoires UCEIV et ISI ainsi que la plateforme CCM)**
- **Plateformes CRRBM et PFA de UPJV** : pour l'analyse de biologie moléculaire et l'analyse structurale de molécules complexes par Spectrométrie de Masse et Résonance Magnétique Nucléaire haute résolution, ainsi que pour l'évaluation de l'efficacité des biostimulants et des produits de biocontrôle par criblage phénotypique haut-débit des parties aériennes et racinaires des plantes cultivées en conditions contrôlées, soumises ou non à des stress biotiques et abiotiques.
- **Transformations & Agro-ressources ULR 7519 (UniLaSalle)**
- **Plateformes REALCAT et BILILLE** : Plateforme pour les aspects criblage haut-débit de (bio)catalyseurs et caractérisation de molécules, pour les tests d'activité antifongique à hauts débit et les analyses bio-informatiques.
- **Plateau PHEXMAR** pour les aspects caractérisation bioactivités/fonctionnelles à visé santé humaine et animale.
- **Extractis** pour la montée en échelle des procédés d'extraction.
- La FREDON Hauts de France, le pôle légume Nord et l'APEF pour la caractérisation bioactivités/fonctionnelles à visé santé des plantes (notamment pour la culture du blé tendre, de la pomme de terre, de l'endive et de la pomme).
- **Les entreprises régionales** sur le biocontrôle et la biostimulation (Eléphant-Vert, Lesaffre, Roquette, ...), la sélection végétale (Comité Nord Pomme de terre, Florimond Desprez, Lemaire Deffontaines, KWS Moment, ASUR Plant Breeding, Semences de France, Linéa Semences de lin,...), les procédés de (bio)transformations (Lesaffre, Roquette, DSM, Lipofabrik, VF Bioscience, ...).

4. Impacts attendus

1. Retombées en termes d'innovation :

Caractérisation qualitative et quantitative des gisements de coproduits agricoles et agroalimentaires / Développement et intensification de procédés innovants et éco-responsables pour l'obtention de molécules et matériaux actifs / Développement de méthodes pour la caractérisation structurale et biologiques/fonctionnelles des molécules produites.

Identification et développement de nouvelles bio-solutions innovantes répondant aux besoins des agriculteurs / Développement de la filière des bio-solutions au sein de la Région Hauts-de-France / Dynamisation de la bioéconomie régionale / Renforcement de la durabilité et de la compétitivité de l'agriculture régionale / Accélération de la transition agroécologique.

2. Retombées en termes d'emploi :

- Création d'emplois dans la recherche et le développement (Emplois dans la R&D / Emplois dans les startups et entreprises agro-Industrielles/biotechnologiques)
- Création d'emplois indirects (Secteur de la production et de la distribution / Formation et accompagnement)

3. Retombées en termes de structuration de la filière :

- Renforcement de la filière de production de molécules d'intérêt pour des applications qui touchent la santé animale, humaine et environnementale, l'alimentation, les emballages, le biocontrôle, la biostimulation, l'énergie
- Soutien à une écologie industrielle et territoriale
- Positionnement stratégique de la région des Hauts-de-France sur les bio-solutions et les bio-intrants d'origine végétale et agro-alimentaire

5. Principaux indicateurs

1. Projets en cours

Equipe mixte Université-Entreprise CHIC41Health
Projet France Relance 2030 CHIC'IN
HORIZON Europe-Innovation Action-Flagship CERISEA
HORIZON-MSCA-2022 GreenX3
Interreg Trans-Lipo
Interreg Trans-Control
Interreg Trans-Pest
Interreg Trans-Pathoflax
Interreg Tomorr'hop
Interreg Trans-Manage
Interreg Trans-e-Bio
Interreg ELAST2SUSTAIN
Interreg ValCeLMat
Interreg Obiwan
PEPR B-BEST ROSALIND
Open campus MAIA (WP Chimie)

ANR Chaire Professeur Junior
ANR Biolide
ANR CoroNat 2 (2024-2028)
ANR Tools4hybcats
ANR Heteroclips
ANR Rebon
ANR PLANAVETTE
ANR Magnelin4D
ANR RECOLV
ANR Ecobioplast
ANR Shield
ANR Yaligreen
ANR EcoBioPlast
ANR Liposilk
ANR Nisinnov
ANR Agribiopack
Cross disciplinary project LILLEGNIN
Agrobiote
Straits Committee Biostimulants
Ecophyto Phytoclim
CPER BiHauts Eco de France
PEPR SPLEEN (Projet ECOCHEM)
Dispositif Start-AIRR PanHop (2024-2025)
STIMULE MoliMat3D
Start-AIRR PAMBIO
STIMuIE Micropol
STIMuIE Valodref
STIMuIE PISCO
STIMuIE Rafinsect
STIMuIE Defi-Valendiv
STIMuIE Myc-Up
STIMuIE FAUVE
Prematuration ASU PepAgro
Prématuration ASU Biotochém
Mocopee (financement SIAAP)
ECNMD Idees
IDeX-Alliance SU Initiative MSTD « Valorisation de la biomasse : extraction, caractérisation et hydrophobisation des hémicelluloses »
IDeX-Alliance SU Initiative MSTD « Application de la technologie des fluides supercritiques pour la formulation de dispersions solides amorphes de flavonoïdes »

ADEME Méthabiom

2-Reseau :

Bioéconomie for Change B4C

CPER BiHauts Eco de France

Entreprises : Leroux, APEF, VFBioscience, Kakao Mundo, Daurema, Extractis, Fruits Rouges & Co, Mc Cain, Lipofabrik/EV, Lesaffre, Linéa Semences de lin, ASUR Plant Breeding, FN3PT, Soufflet-InVivo, **Florimond-Deprez, Leroux**)

Agro-Sphères (Association régionale des entreprises agroalimentaires des Hauts-de-France)

Centres de Transfert d'Ambition BioEconomie

Laboratoire International Associé sur les Antimicrobiens Naturels (LIAAN)

Réseau de recherche international (RRI) Sebiova-INRAE (France-Canada-Belgique)

RMT Bestim

Association Biocontrôle et Biostimulation pour l'Agroécologie (ABBA)

Société Française de Microbiologie

Société Française de Génie des Procédés

Société Française de Phytopathologie

Société Chimique de France

Société des jeunes photochimistes européens

MétaSP (métabolites spécialisés des plantes)

Groupe Français des Polymères

Interactions régulières avec les acteurs des filières agricoles des Hauts-de-France (industriels, coopératives, stations d'expérimentation, etc.)

3-Formations adossées au projet présenté :

- Master 2 IBVEM (Innovations Biotechnologiques, Végétales, Enzymatiques et Microbiennes)

- Master 2 Erasmus Biorefinery

- Master Régional Nutrition et Sciences des Aliments

- Master Chimie UPJV membre du CMA " Compétences et Métiers d'Avenir : Chimie Verte Academy" (ANR-24-CMAS-0012)