

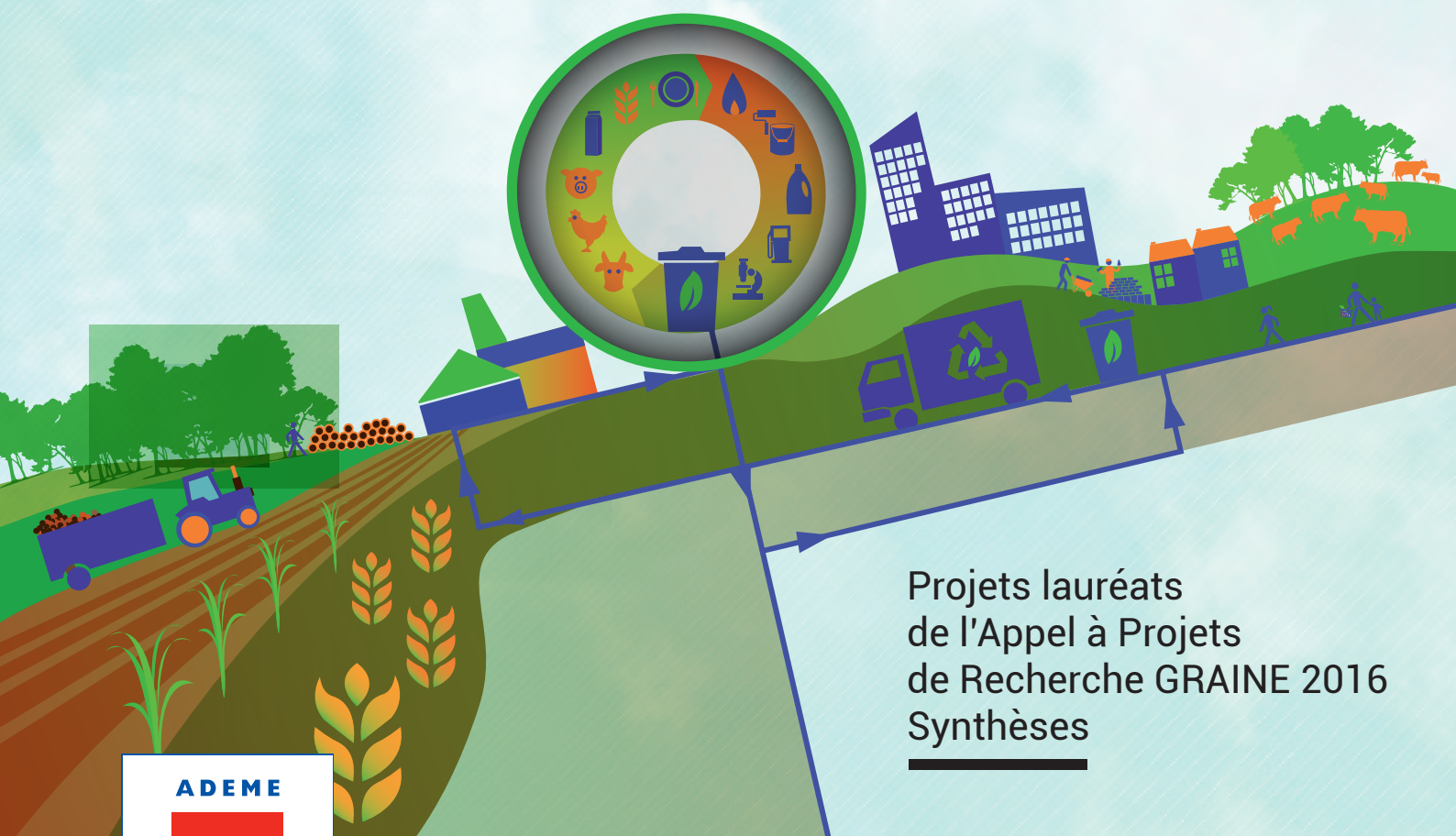


GRAINE

GÉRER, PRODUIRE ET VALORISER LES BIOMASSES



OCTOBRE
2017



Projets lauréats
de l'Appel à Projets
de Recherche GRAINE 2016
Synthèses

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20 avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique :

Frédérique CADIÈRE, Fabienne MULLER, Céline SCHEUER,
Thomas EGLIN, Chantal DERKENNE

Suivi d'édition : Denis TAPPERO, ADEME,

Direction communication et formation,
service communication et formation des professionnels
et Chantal DERKENNE Service Recherche et Technologies Avancées

Création graphique : A4 éditions, Angers

Crédit photos : tous droits réservés

Brochure réf. 010333

Téléchargeable sur www.ademe.fr/mediathèque

ISBN imprimé : 979-10-297-0956-2

ISBN numérique : 979-10-297-0957-9

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, octobre 2017

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

VALORISATIONS MATIÈRES

# 01 - Bitume 2.0.....	4
# 02 - Coccy-bio.....	6
# 03 - Compic.....	8
# 04 - Eco terra.....	10
# 05 - Figualex.....	12
# 06 - Flax3d.....	16
# 07 - Phyto récolte.....	18
# 08 - Zymalgo.....	20

VALORISATION ÉNERGIES

# 09 - Adelither.....	22
# 10 - Methaniz.....	24
# 11 - PAM.....	26
# 12 - Valochips.....	28

AGRICULTURE EN MUTATION

# 13 - ABC'Terre-2A.....	30
# 14 - CE-Carb.....	32
# 15 - ECO3VIC.....	34
# 16 - Explorer.....	36
# 17 - Omix.....	38
# 18 - PotA-GE.....	40

RECONQUÊTE DES SOLS DÉGRADÉS

# 19 - Biosaine.....	42
# 20 - Mischar.....	44
# 21 - Phyteo.....	48
# 22 - Phytofiber.....	50
# 23 - Supra.....	52

AIDE À LA DÉCISION

# 24 - AF Filières.....	56
# 25 - Boat.....	58
# 26 - Methasocio.....	60
# 27 - Proterr.....	62

#1 - BITUME 2.0



Coordinateur : Graziella DURAND, COLAS S.A, durand@campus.colas.fr

Jean LALO, COLAS S.A, jean.lalo@campus.colas.fr

Partenaires : CEA Liten, CEISAM Nantes, IFSTTAR, ITERG

N° de contrat : 1703C0041

Date de début et durée : septembre 2017, 36 mois

Ingénieur ADEME référent : Céline SCHEUER

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Dans le cadre du projet BITUME 2.0 seront mis au point des matériaux alternatifs aux produits pétroliers qui interviennent dans la formulation des liants routiers et/ou de toitures pour une substitution totale et/ou partielle. Il est envisagé de développer un procédé industriellement viable, utilisant différentes matières premières de recyclage industrielles (coproduits lipidiques du raffinage d'huile alimentaire, résidus de l'industrie agroalimentaire...).

Le projet s'inscrit dans une démarche de transition vers une économie circulaire et répond aux enjeux environnementaux d'économie en ressources fossiles et de réduction des émissions en GES. Il permettra aussi de remédier à l'évolution du raffinage du pétrole qui doit faire face à de nouveaux enjeux géostratégiques, économiques et techniques. L'idée directrice est de mimer l'organisation interne du bitume traditionnel, qui s'apparente à une dispersion colloïdale,

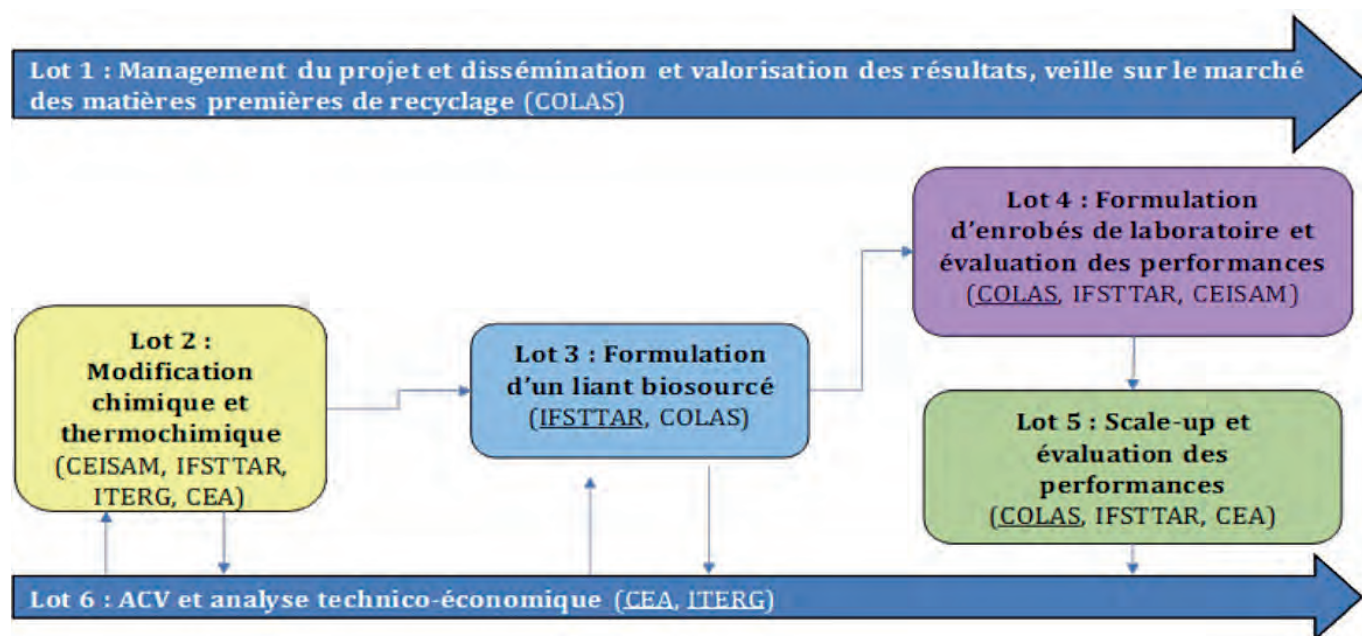
afin de construire un matériau similaire d'un point de vue rhéologique. Le comportement rhéologique du liant est en effet révélateur des performances mécaniques de l'enrobé constitutif de la chaussée. Pour cela, le cadre théorique et expérimental qu'offre la viscoélasticité linéaire sera employé. Il permettra d'évaluer l'évolution des principales caractéristiques du liant dans des conditions de température et de vitesse de sollicitation représentatives du terrain. On s'attachera en particulier à formuler un liant dont les performances seront durables dans le temps.

Le principal point fort du projet BITUME 2.0 réside dans l'emploi simultané de plusieurs matières premières issues de filières de recyclage. Mais son originalité est aussi d'employer des procédés innovants tels que la liquéfaction hydrothermale. Enfin, ce projet est un tremplin pour proposer, in fine, une solution alternative économique.



2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Le projet BITUME 2.0 s'articule en 6 lots (voir diagramme ci-dessous) pour formuler et optimiser un liant viscoélastique issu de matières premières de recyclage.



Les partenaires du consortium permettent ainsi d'assurer tous les maillons de la chaîne de valeurs.

3. Résultats attendus

À l'issue du projet, une démonstration à l'échelle 1 d'un enrobé permettra de se rendre compte des réelles opportunités de BITUME 2.0 de pouvoir constituer, au moins partiellement, une alternative au bitume pétrolier.

En perspective ultérieure, un changement d'échelle au niveau du procédé de fabrication du liant, nous conduira à la réalisation de chantiers plus importants, avec un objectif à terme de 10 000 tonnes liant BITUME 2.0 /an.

Une analyse du cycle de vie comparativement à un enrobé bitumineux, ainsi qu'une analyse technicoéconomique, seront également des données de sortie du projet.

Sur le plan scientifique, nos connaissances auront progressé sur 2 niveaux :

- L'impact du type de biomasse et du (des) procédé(s) mis en œuvre sur les propriétés physico-chimiques des produits obtenus
- L'aptitude à formuler à partir de ces produits un liant qui ait un comportement rhéologique et une capacité à résister au vieillissement similaires au bitume pétrolier.

#2 - COCCY-Bio

Tenue aux ChOCs et reCYclage de BIOcomposites multifibres



Coordinateur : PSA, Ivan ROCHE, ivan.roche@mpsa.com

Anne-Catherine MAISONNEUVE, annecatherine.maisonneuve@mpsa.com

Partenaires : ADDIPLAST SA, COPFIMO, ICUBE (Université de Strasbourg), IRDL (Université de Bretagne Sud)

N° de contrat : 1703C0050

Date de début et durée en mois : 2018, 30 mois

Ingénieur ADEME référent : Virginie LE RAVALEC

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Le projet COCCY-Bio s'inscrit dans une logique de développement de compounds thermoplastiques comportant une fraction significative de biomasse pour l'industrie automobile. Compte tenu des bonnes performances mécaniques spécifiques des fibres végétales, ces composites permettent dans la plupart des cas une baisse de la masse des pièces et par conséquent de réduire la consommation de CO₂ et les impacts environnementaux des véhicules.

Un des objectifs majeurs du projet sera de développer des formulations de compounds permettant de satisfaire les cahiers des charges automobiles en terme de performances et de coût mais aussi d'intégrer une fraction de biomasse issue de ressources locales. Pour chacune des formulations réalisées, la matrice poly-(propylène) sera couplée à une fibre végétale noble ainsi qu'à une fraction de co-produit apportant une plus-value économique mais aussi permettant d'obtenir des micro structures spécifiques pouvant apporter des fonctions supplémentaires. Ainsi, les fibres de bois et de

lin seront respectivement associées à des anas de lin et à des déchets de bois broyés. Ces deux co-produits possèdent des structures très différentes des fibres nobles, en particulier en terme de porosités et de densité apparente, permettant d'envisager des gains de masse plus conséquents ainsi que des fonctions d'absorption d'énergie. Afin de bénéficier au mieux de ces fonctions, un des objectifs majeurs de ce projet est de développer des formulations optimisées pour la tenue au choc, que ce soit en jouant sur la fraction de co-produits mais aussi sur la formule de la matrice. Par ailleurs, des voies de traitements doux, testées lors de travaux exploratoires permettront d'améliorer l'interface fibre matrice et ainsi de renforcer la résistance au choc des matériaux. Les matériaux élaborés seront caractérisés afin de vérifier leur adéquation au cahier des charges et leur comportement mécanique et au choc sera modélisé afin d'explorer des voies de formulation inverse ; enfin leur bilan environnemental ainsi que leur aptitude à être recyclés seront quantifiés



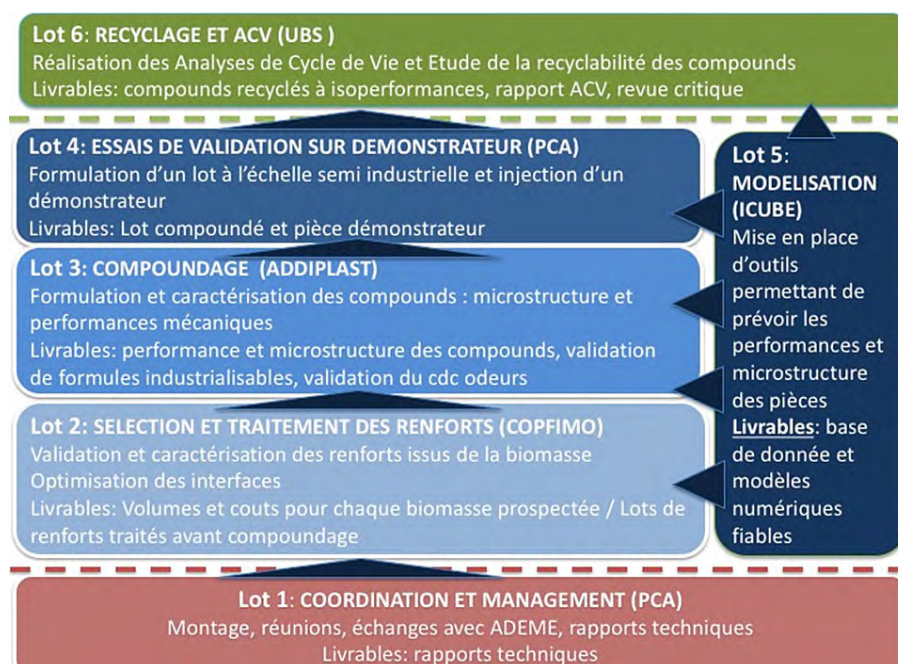
2. Eléments méthodologiques et programme de travail

Ce projet collaboratif, par le biais de travaux de recherche en connaissance nouvelle mais aussi industrielle, sera dans un premier temps dédié à la sélection et à l'approvisionnement de renforts disponibles et présentant les caractéristiques technico-économiques permettant d'envisager la réalisation industrielle de compounds. Des ressources locales telles que des coproduits du bois et des anas de lin sont visées; ces renforts issus de la biomasse seront comparés avec les fibres de lin et de bois pour lesquelles le consortium dispose d'une solide expérience. Puis, grâce à la présence dans le consortium de la société COPFIMO, des traitements respectueux de l'environnement seront testés sur les fibres afin d'améliorer leur interface avec la matrice polypropylène, principal verrou identifié de la tenue au choc modeste des biocomposites. Des compounds seront ensuite formulés sur les lignes pilotes présentes chez ADDIPLAST puis ces derniers seront caractérisés au sein des laboratoires partenaires ICUBE ou IRDL. Ces actions concernent des voies nouvelles dans le domaine des biocomposites et constituent des travaux de recherche en connaissance nouvelle et pour une moindre partie de développement expérimental.

Des modèles prédictifs seront développés pour simuler la tenue à l'impact de différents compounds et identifier les meilleures solutions au regard des cahiers des charges de potentiels pièces à dimensionner en utilisant ces nouveaux matériaux issus de la biomasse. A l'issue de ces formulations et de leurs performances et en nous appuyant sur les modèles prédictifs, nous pourrions sélectionner les fibres, leur traitement, morphologie

(facteur de forme) et compositions optimales pour atteindre les critères mécaniques applicatifs. Ces travaux de recherche en connaissances nouvelles seront complétés, dans un objectif d'intégration de ces matériaux en habitacle automobile, par des tests odeurs conduits par PSA. Enfin, des ACV comparatives, permettront de comparer le bilan environnemental des composites élaborés aux solutions actuelles et les formules sélectionnées feront l'objet d'études de recyclabilité afin d'offrir une nouvelle voie de fin de vie. Cette partie comporte majoritairement des travaux de recherche en connaissances nouvelles.

Le programme de travail d'une durée de 30 mois est décomposé en différents lots présentés ci-dessous :



3. Résultats attendus

Les résultats attendus sont de différentes natures. Dans un premier temps, concernant les bénéfices environnementaux, utiliser des fibres végétales possède de nombreux avantages sur la fibre de verre du point de vue environnemental. Leur faible densité permet de réduire la masse d'un composite pour un volume de renfort équivalent limitant ainsi le coût énergétique du transport considéré. De plus, des récentes études ont montré que le cycle de production de la fibre de lin peigné est plus avantageux sur la plupart des indicateurs que les fibres de verres. Les fibres végétales ont également des impacts plus

faibles que la plupart des matrices pétrochimiques, ce qui favorise les plus forts taux de fibres (Joshi et al., 2004). Enfin, l'un des meilleurs moyens de diminuer l'impact d'un composite est de pouvoir le recycler ; l'étude de la recyclabilité des matériaux est aussi prévue dans ce projet. En effet, en cas de recyclage, la production de matériau vierge est évitée pour le cycle de vie de la pièce suivante. Ensuite, concernant les Bénéfices socio-économiques, ce projet va participer à la création et la qualification d'emplois dans différents domaines.

#3 - COMPIC

Expérimentation de la valorisation organique de couches jetables et analyse des impacts sanitaires et environnementaux



Coordinateur : Fabien-Kenzo SATO, Halage : kenzo@compic.fr

Partenaires : Green Creative, APESA, Institut des Sciences Analytiques (CNRS), Celluloses de Brocéliande
N° de contrat : 1706C0014

Date de début et durée en mois : janvier 2018, 26 mois

Ingénieur ADEME référent : Isabelle DESPORTES

Direction Économie circulaire et gestion des déchets - Service Mobilisation et valorisation des déchets

1. Contexte et objectifs du projet

Les couches jetables pour bébés, mais aussi les autres produits d'hygiène absorbants (produits d'incontinence, serviettes hygiéniques), sont sources d'un grand volume de déchets composés en majeure partie d'eau et de matières organiques. En France comme presque partout ailleurs, ces déchets sont traités avec les ordures ménagères résiduelles (OMR) en incinération ou enfouissement et représentent près de 10 % des OMR. Les textiles sanitaires sont la seule catégorie des OMR dont le volume augmente. Dans un contexte de politiques publiques visant à favoriser la prévention et à hiérarchiser les modes de valorisation des déchets, il paraît nécessaire de rechercher une solution plus satisfaisante du point de vue environnemental pour le traitement de ces déchets.

Différents services commerciaux de compostage de ces déchets existent à l'étranger. Cependant, il n'y a pas de travail de recherche permettant de répondre de manière satisfaisante à l'ensemble des questions soulevées par la valorisation organique de ce type de matières : comportement des polymères super-absorbants, présence de substances médicamenteuses, présence de substances chimiques liées à des composés présents dans les couches, séparation des indésirables, hygiénisation.

L'objectif scientifique du projet COMPIC est d'apporter l'ensemble des éléments d'analyse permettant de maîtriser les différents risques potentiels liés à la valorisation organique de couches jetables.



Expérimentation de la valorisation organique de couches jetables et analyse des impacts sanitaires et environnementaux

L'objectif technique de l'expérimentation est de réaliser une bonne séparation des matières inertes de la fraction organique et de bien maîtriser les différents paramètres de la valorisation organique de ce déchet afin de pouvoir mettre au point un procédé industriel performant une fois les différents verrous levés.

Les principaux verrous scientifiques et techniques sont les suivants :

- Comportement des SAP (polymères super-absorbants) dans le compost obtenu.

- Présence de substances médicamenteuses dans le compost.
- Présence et séparation des indésirables
- Hygiénisation

Les objectifs environnementaux sont de deux ordres : préserver la matière organique et réduire l'émission de gaz à effet de serre.

2. Eléments méthodologiques et programme de travail

Le programme scientifique porte d'une part sur la compostabilité du déchet considéré en étudiant sa préparation, son comportement en compostage et en maîtrisant les différents paramètres pour mettre au point un compostage optimal. D'autre part, il s'agit d'analyser l'ensemble des impacts sanitaires, environnementaux et agronomiques du procédé.

Green Creative s'attache à mettre au point une méthode de séparation mécanique en voie sèche de la fraction organique des déchets afin de préparer sa mise en compostage (Lot 2). L'APESA va réaliser les différents essais de compostage et méthanisation depuis des tests en respiromètres jusqu'à l'élaboration du protocole d'essai préindustriel (Lot3).

Le Lot4 regroupe les études et analyses classiques concernant le compostage : la conformité à la norme NFU44051, les analyses microbiologiques permettant de s'assurer d'une hygiénisation suffisante ainsi que différents tests éco-toxicologiques. Il sera piloté par l'APESA. Le lot 5 fait appel à l'expertise de l'ISA pour étudier la présence de substances chimiques ainsi que des SAP dans le compost produit. L'étude de la présence de substances médicamenteuses est d'importance pour déterminer si les produits d'incontinence pour adultes issus peuvent être traités par compostage. Enfin, pour évaluer la pertinence environnementale du procédé de manière globale, une étude environnementale basée sur l'analyse de cycle de vie sera menée par l'APESA (Lot 6).

3. Résultats attendus

- Évaluation des risques sanitaires et environnementaux.
- Mise au point d'un procédé industriel pour traiter certains types de produits d'hygiène absorbant (couches jetables écologiques ou tous produits, couches de bébé ou également protections pour adultes).
- Mise au point d'un procédé innovant d'extraction de la fraction organique des couches jetables.



#4 - ECO-TERRA

Développement d'éco-matériaux en terre-allégée pour des constructions écologiques performantes



Coordinateur : Arthur HELLOUIN de MENIBUS, Eco-Pertica, arthur.hdm@ecopertica.com

Partenaires : Université de Bretagne Sud, IFSTTAR, Unilasalle Beauvais, CEREMA Est, Association Nationale des Chanvriers en Circuits Courts, Association Régionale de Promotion de l'Eco-construction, IUT Alençon

N° de contrat : 1703C0043

Date de début et durée en mois : 18 septembre 2017, 39 mois

Ingénieur ADEME référent : Virginie LE RAVALEC

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Le projet de R&D ECO-TERRA a pour objectif d'acquérir les connaissances scientifiques et techniques nécessaires pour développer des bétons de terre-chanvre, et plus largement de terre allégée par des agroressources, en filière locale (100 km). Substituer la chaux par de la terre crue dans les bétons biosourcés permettrait, à performances thermiques et hydriques comparables :

- de diviser le coût en énergie grise par 20 à 25 et l'impact carbone par 5,
- de réduire le coût de gestion en fin vie (le matériau est compostable),
- de diminuer le prix du matériau d'un facteur 1,5 à 2.

ECO-TERRA est un projet de recherche participative. Il intègre de l'expérimentation avec des acteurs de terrain (artisans, agriculteurs), des particuliers et des laboratoires de R&D. La démarche scientifique vise à comprendre les liens entre la variabilité des constituants (granulats végétaux et terres) et les propriétés physiques des mélanges, pour valoriser des ressources de différents territoires. Les impacts environnementaux seront quantifiés pour différentes techniques de mise en œuvre.

ECO-TERRA est un projet concret : l'objectif est de permettre la construction en terre-allégée en filière locale et en économie circulaire, en France, en levant les freins réglementaires et d'éco-conditionnalité.



2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Les trois spécificités méthodologiques du projet Eco-Terra sont les suivantes :

- Eco-Terra est un projet de recherche participative, qui intègre de l'expérimentation en laboratoire et de l'expérimentation de terrain. Les objectifs et les avancés du projet sont construits en intégrant ces différentes compétences.
- Eco-Terra vise à contribuer à la massification de la rénovation thermique en éco-construction, mais tout en maintenant un modèle de développement en filière locale. Le projet intègre une forte variabilité des constituants de base pour que les résultats obtenus puissent bénéficier à toute filière locale d'un autre territoire que le Perche (territoire couvert par l'activité d'Eco-Pertica).
- Eco-Terra vise à l'obtention de résultats qui seront diffusés librement, dans des formats adaptés aux réseaux scientifiques, des réseaux professionnels et du grand public, au profit de l'intérêt collectif.

Le projet Eco-Terra est composé de 4 volets :

- Collecte de constituants de base variables et hétérogènes (terre et végétaux), puis réalisation de leur caractérisation avec des techniques de terrain et des techniques fines de laboratoire. Fabrication des bétons biosourcés à base de terre crue.

- R&D en laboratoire : caractérisation des performances des bétons biosourcés à l'échelle du matériau (mécanique, thermique, hygrométrie et acoustique).
- R&D de terrain : caractérisation des bétons à l'échelle de la paroi et du bâtiment. Développement d'essais performantiels de chantier adaptés à l'utilisation de matériaux locaux, expérimentation de chantier avec une artisanne spécialisée, instrumentation thermo-électrique à l'aide de capteurs open-source in situ spécifiquement développés. Création de documents techniques et expérimentation sur chantier réel avec démarche assurantielle.
- Analyse de cycle de vie, dans une démarche collective, en intégrant plusieurs sources d'approvisionnement pour la terre crue et pour les végétaux. Obtention de déclaration environnementale de produits pour différentes mise en œuvre de bétons de terre-allégée.

3. Résultats attendus

Les 4 grands résultats ECO-TERRA sont :

- La quantification des performances techniques du terre-allégée, et l'obtention de mesures certifiées de référence, en intégrant les variabilités des constituants permettant de travailler avec des constituants issus de filière locale ou industrielle.
- La production d'une Analyse de Cycle de Vie en démarche collective, puis de DEP validées.
- La collecte de retours d'expériences de chantier, et de démarches permettant d'obtenir l'assurabilité de ce mode constructif : les GEP – Groupe d'Évaluation et de Perfectionnement (démarche proche d'une ATEX, détaillée dans le plan d'action) et l'intégration aux Règles professionnelles Construire en Chanvre.
- La proposition, en fin de projet, d'un référentiel technique listant les informations nécessaires pour construire en terre-allégée.

Les conséquences sur le terrain seront 1) le renforcement des filières chanvre ou d'autres agroressources en filières locale ou industrielle, 2) le développement de la filière permettant la construction en terre crue, et 3) la possibilité pour les professionnels du bâtiment durable de construire en terre crue sur tout le territoire national.

#5 - FIGUALEX

Filière Guayule Française de Latex



Coordinateur : Gauthier POUDEVIGNE, IMECA Process

Partenaires : CIRAD, CTTM, MAPA, REGELTEX

N° de contrat : 1703C0039

Date de début et durée en mois : Septembre 2017, 36 mois

Ingénieur ADEME référent : Alice GUEUDET

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Le guayule (*Parthenium argentatum*), est un buisson, natif du Mexique, qui pourrait être une source alternative d'approvisionnement en caoutchouc naturel (CN), un substitut potentiel à l'Hévéa seule source commerciale de Poly Isoprène (PI) naturel. La forte demande en CN (augmentation annuelle de 3%), la compétition Hévéa avec le palmier à huile, la mécanisation difficile de la saignée, et les risques de prolifération du *Microcyclus Ulei* en Asie et en Afrique, mettent en danger l'approvisionnement en CN de l'Europe et des industriels français. L'Hévéa ne se cultive que dans les zones tropicales et équatoriales (93% en Asie). La culture du guayule est, quant à elle, possible en pays méditerranéens chaud ou semi-aride et en France en région Languedoc-Roussillon, LR. Un projet européen EU-PEARLS a permis de développer la compétence en Europe quant aux sources alternative à l'hévéa : guayule et pissenlit. Le CTTM

et le CIRAD sont détenteurs d'un brevet quant au procédé d'extraction du latex de guayule (soit un TRL 4).

En effet, le guayule permet de produire : du caoutchouc brut et du latex (≈ 1 tonne / ha), de la résine (≈ 1 tonne / ha) et de la baguasse ($\approx 15-20$ tonnes humide / ha, soit de l'ordre de 8 à 10 tonnes sèches / ha). L'Europe a validé, en 2014, une cible à hauteur de 25 000 ha à l'horizon 2022 via l'EIP EUNARS-G. L'engagement en question reprend une partie des partenaires du présent projet : CIRAD et CTTM, mais aussi le syndicat européen des caoutchoutiers : ETRMA, ainsi que la société Italienne VERSALIS, très avancée dans son projet guayule. La volonté de l'Europe est d'atteindre 20% en auto approvisionnement en caoutchouc naturel, dans le but de limiter sa dépendance vis-à-vis de caoutchouc d'hévéa et donc des pays asiatique.



Plusieurs voies peuvent être suivies :

- recyclage des produits en fin de vie (PUNR en particulier, Pneus Usagés Non Réutilisables...) afin de régénérer du caoutchouc secondaire (cf. projet TREC, piloté par MICHELIN, financé par l'ADEME)
- polymérisation de monomère bio sourcés (cf. projet BIOBUTTERFLY, piloté par MICHELIN, financé par l'ADEME)

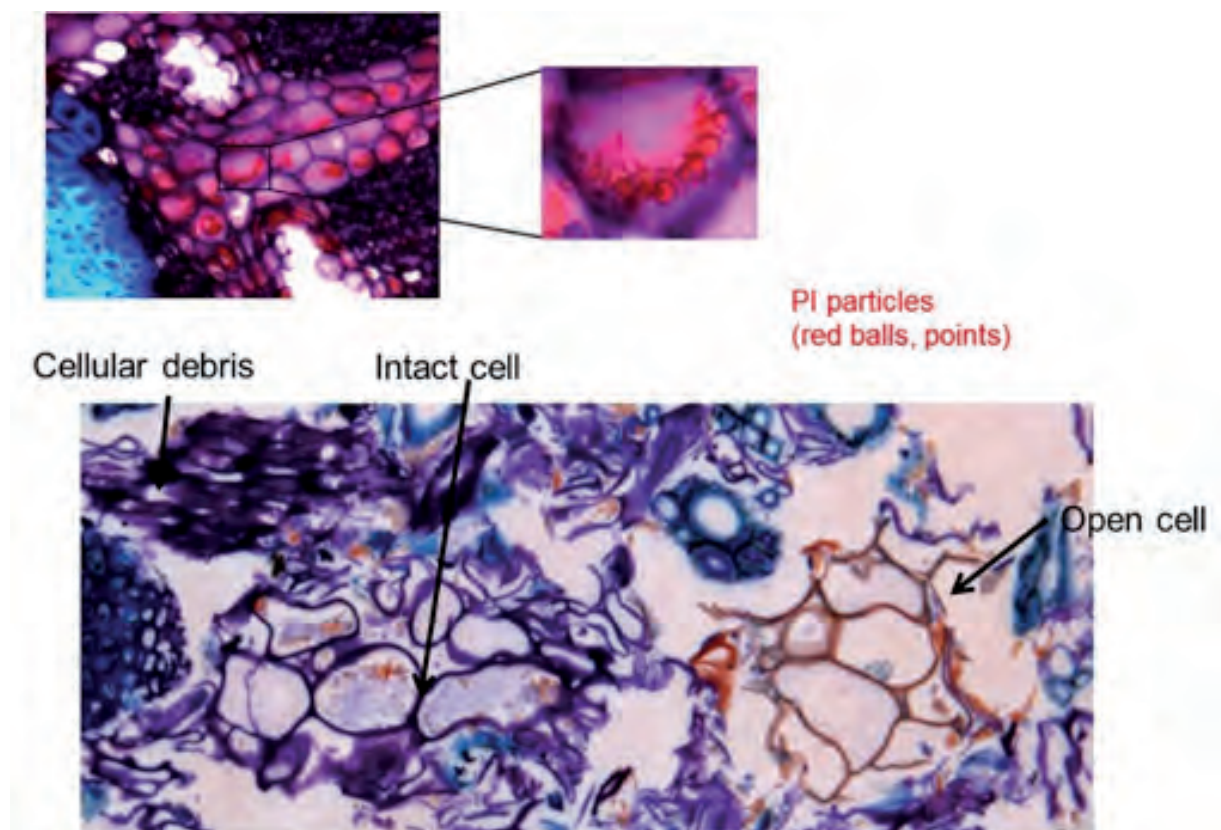
- nouvelle source de caoutchouc naturel sur le sol européen : guayule et pissenlit en particulier. Cf. projet EU-PEARLS terminé, sur guayule et pissenlit. Cf. projets en cours sur le pissenlit : DRIVE4EU et TARAXAGUM.

2. Eléments méthodologiques et programme de travail

Notre procédé breveté, dans le cadre de la thèse CIFRE de Ali AMOR (CTTM-CIRAD), repose en particulier sur :

- la bonne compréhension de la structure de la plante. En effet, la résine coule dans des canaux, mais le latex, présent dans ses cellules, est emprisonné dans ces dernières.

- La bonne prise en compte des processus physico-chimiques, en particulier en matière de stabilité colloïdale qui font que les particules de PI sont, ou ne sont pas, stables durant le procédé ; l'instabilité entraîne la baisse de rendement d'extraction à l'eau.



Structure du guayule, au-dessus, et de la bagasse, en dessous.



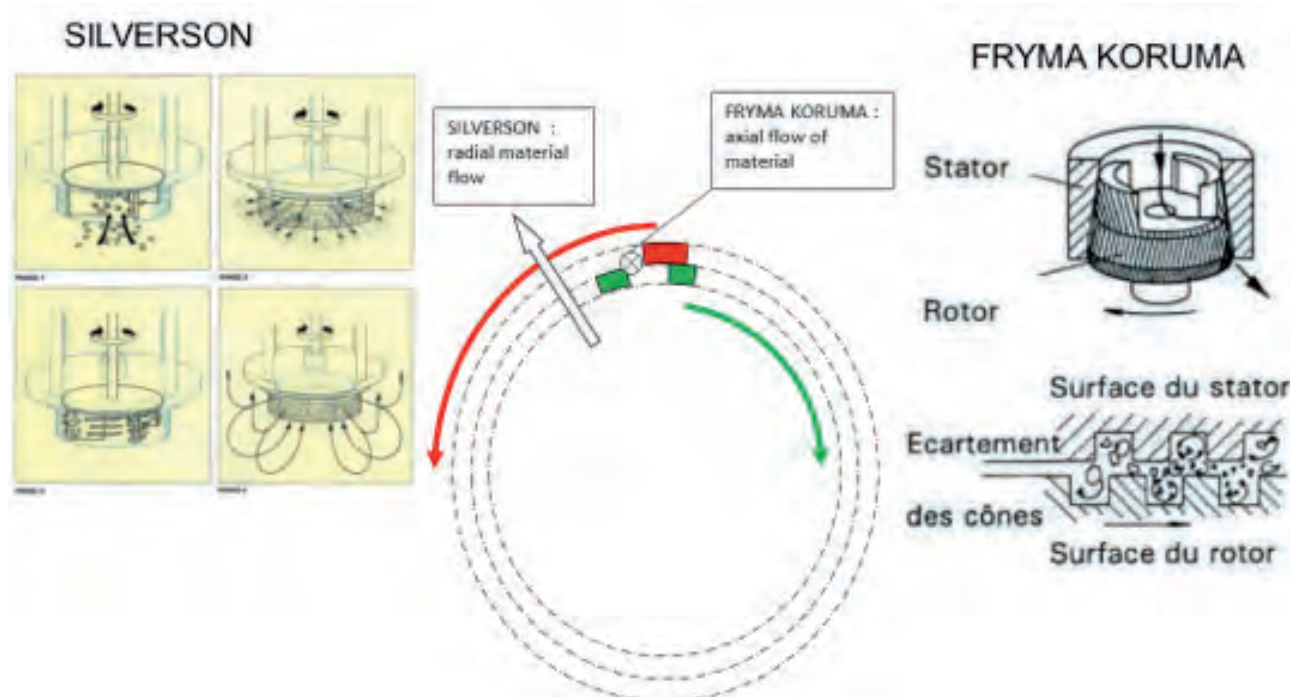
#5 - FIGUALEX

Filière Guayule Française de Latex

2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Cela nous a orientés vers un procédé de broyage par cisaillement (SILVERSON ou FRYMA KORUMA) plutôt que par compression. En effet, les procédés de broyage par compression (meules, bicylindres...) écrasent, détruisent plus que ne coupent et destabilisent les particules de PI. A l'inverse, les procédés de broyage par cisaillement, coupent, éminent, affinent la biomasse de sorte à ouvrir chaque cellule de la plante et ainsi à libérer, sans destabiliser, les particules de PI.

Une image peut être la pomme de terre que l'on écrase fin de produire de la purée mais que l'on coupe afin de produire des frites. De même on écrase une éponge pour en faire sortir l'eau, mais on ouvre un œuf à la coque pour en manger le contenu.



Procédé de broyage par cisaillement

Le procédé existant (sur le papier), et étant breveté dans son principe, il s'agit maintenant, dans le cadre de ce projet, d'en trouver l'optimum :

- Optimum en matière de choix des éléments constitutifs du procédé pilote à concevoir et réaliser,
- Optimum en matière de réglage des paramètres du procédé ainsi que du choix des additifs à utiliser,
- Optimum procédé permettant d'atteindre l'optimum matériau en matière de propriétés et de valeur économique.
- Résultats attendus



3. Résultats attendus

Enjeux économiques : Les « business plan » relatif à cette filière sont tous cohérents pour dire que la seule vente du latex et du caoutchouc au prix du marché (1.7 € / Kg sec pour 1 tonnes / hectare) ne permet pas d'équilibrer les coûts de production (estimés à 3500 à 4000 € / hectare, coût agricole et coût d'extraction). Dans le présent projet ADEME, nous visons une valorisation du latex très supérieure qui permettra d'atteindre et de dépasser l'équilibre économique de la filière.

Une menace pèse sur l'approvisionnement en caoutchouc naturel produit et transformé en Asie. Ce projet sécurisera des emplois menacés de délocalisation et permettra de rapatrier certains : culture mécanisée contrairement à l'hévéa compatible avec les coûts de main d'œuvre. La cible de 25 000 hectares de guayule en UE, soit 25 000 t/an de latex et caoutchouc en 2022, représente 50 M€/an (à ~ 2 €/Kg), soit 2000 emplois (agricole, extraction, produits finis, à 25 K€/an de coût salariaux environnés). La France est leader en UE sur le guayule via l'expertise des partenaires CTTM et CIRAD.

Dans cette évaluation, seule la valeur du latex de PI est prise en compte. Dans tous nos modèles économiques, nous y ajoutons la valeur de la résine et de la bagasse qui augmentent d'autant le nombre d'emplois potentiellement créés. De nombreuses applications de lutte agro-biologique pour remplacer des produits phytosanitaires sont envisageables (lutte biologique contre les termites, les nematodes et les punaises). Un projet parallèle (NEXPOLE) a été déposé à un appel d'offre du H2020 (Phase 1).

Enjeux sociétaux : La concurrence internationale sur les productions méditerranéennes (légume, vin, fruit) est forte ; certaines régions / filières sont en déclin ou condamnées. Faute d'alternative les cultures cessent, accentuant appauvrissement et désertification ruraux (par exemple, il existe 80 000 ha de friche en ancienne Région Languedoc Roussillon d'après l'étude FEDER / AGRIMER).

La cible serait de planter ~10 000 ha à court terme (sélectionnés sur la base du projet FEADER en cours). Permettre la reconversion via la plantation de guayule stabilise l'emploi agricole et développe l'emploi industriel (local et transformateurs nationaux). Les terres en question ne sont actuellement pas utilisées pour des usages alimentaires, car trop sèches. Il n'y a donc pas de concurrence entre usages alimentaire et industriel des terres. Qui plus est, des cultures alimentaires en inter-rang et / ou sous-couvert des guayules sont tout à fait imaginables, les plantations alimentaires profitant de la présence des guayules (cf. ombre et rétention d'eau, symbioses racinaires).

Pour en revenir aux friches agricoles, nous faisons référence aux friches actuellement présentes en région Languedoc Roussillon (80 000 hectares répertoriés ; il en existe aussi en Région PACA). Ces friches sont liées au désengagement des viticulteurs qui ont arraché leurs vignes, de médiocre qualité, lors de la mise en application de la loi EVIN dans les années 1980.

Le guayule est une piste supplémentaire permettant de valoriser ces friches. Le projet FEADER va dans ce sens. Par rapport à des usages alimentaires, le guayule demande moins d'eau et moins de main d'œuvre. De plus, le réchauffement climatique rend les cultures alimentaires de plus en plus compliquées et nécessite de plus en plus d'irrigation, ce qui n'est pas, ou moins, le cas du guayule.

#6 - FLAX3D

Élaboration et caractérisation de renforts D a base de rovings de lin



Coordinateur : Davy DURIATTI, DEPESTELE, dduriatti@depestele.com

Partenaires : SM France, CMP Composites, GEMTEX

N° de contrat : 1703C0044

Date de début et durée en mois : 1^{er} octobre 2017, 36 mois

Ingénieur ADEME référent : Virginie LE RAVALEC

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Depuis des préoccupations réglementaires, de développement durable et grâce à leurs propriétés mécaniques intéressantes, l'essor des matériaux composites renforcés par des fibres végétales ne faiblit pas depuis une dizaine d'années. Les travaux de recherche entrepris par le Teillage Vandecandelaère avec ses partenaires académiques ont par ailleurs démontré que les préformes en fibres végétales apportent en outre de nouvelles propriétés, dont les renforts en fibres synthétiques ou chimiques ne disposent pas : isolation phonique, confort acoustique, transparence aux ondes électromagnétiques, allègement... Ces propriétés remarquables différenciant positionnent ces renforts comme des alternatives crédibles aux renforts existants, non comme substitution, mais comme une offre nouvelle pour des débouchés dans lesquels des fonctions complémentaires sont demandées, et pour lesquels l'utilisation de fibres synthétiques ne se justifie pas. Par conséquent, les biocomposites se développent rapidement depuis plusieurs années, et les exigences des clients, de plus en plus informés sur le potentiel des fibres végétales, cherchent à pouvoir les utiliser pour leurs applications dès

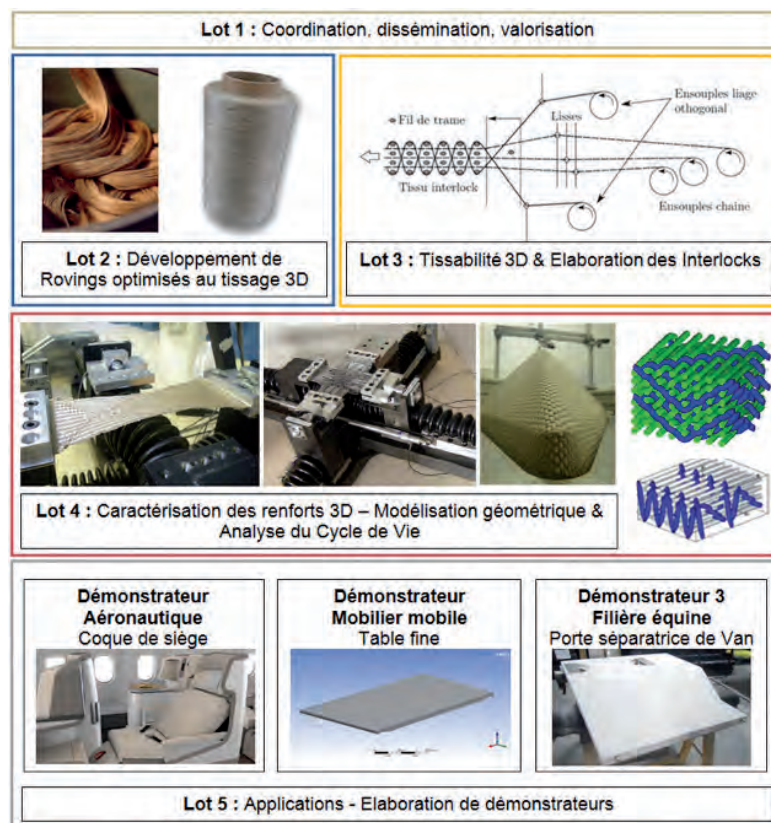
lors que l'utilisation de ces fibres se justifie, notamment pour des marchés tels que les transports (aéronautique, naval, nautisme) et la défense.

Cependant, les cahiers de charges de ces secteurs de pointe requièrent des comportements mécaniques optimaux sous des sollicitations complexes, auxquelles ne peuvent pas répondre de simples empilements de préformes tissées usuelles en deux dimensions. Pour ces applications, il est alors nécessaire de proposer une résistance accrue au cisaillement interlaminaire, rendue possible grâce à des renforts aux architectures fibreuses parfois complexes et tissées dans les trois directions de l'espace. Ces structures 3D n'existent actuellement pas en fibres végétales et le déploiement des biocomposites dans ces débouchés où elles pourraient pourtant avoir toute leur place est actuellement limité. L'objectif du projet FLAX3D est de démontrer la faisabilité de la réalisation industrielle de ces structures épaisses en 3D à partir de fibres de lin, tout en garantissant des propriétés de renforts maîtrisées et reproductibles.



2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Associés aux quatre axes du programme scientifique, le projet FLAX3D est décomposé en 4 lots techniques auxquels s'associe un lot de coordination du programme.



3. Résultats attendus

Le projet FLAX3D va permettre la conception et le développement de plusieurs semi-produits (renforts tissés en 3D) et produits finis (pièces en matériau composite) tirant partie des propriétés inhérentes aux renforts interlock et mis en œuvre à partir de ces derniers. Plus précisément, les résultats attendus en fin de projet sont les suivants :

En termes de semi-produits : nouvelle gamme de renforts Interlock en lin avec leur caractérisation complète, formalisée dans des fiches techniques (caractéristiques géométriques, propriétés mécaniques, Analyse de Cycle de Vie). 4 types de renforts Interlocks seront développés (voir tableau 1), en 100% lin et en comelés (lin/PP et lin/PLA).

Des rovings spécifiques seront développés par Depestele avec l'appui de l'ENSAIT, qui procédera à leur tissage en prototypes de tissus 3D. Une fois les rovings et leur tissage validé et robuste, un transfert de technologie sera réalisé de l'ENSAIT vers chez Depestele afin de permettre une production industrielle de ces renforts.

En termes de produit fini :

- Démonstrateur industriel n°1 : une coque de siège pour l'aéronautique sera développée : les renforts Interlock

devraient permettre de répondre aux exigences de masse, de formes complexes et de performances mécaniques (notamment au choc) de ces pièces d'aménagement intérieur d'avions.

- Démonstrateur industriel n°2 : une table fine pour le secteur des loisirs sera développée. Les Interlocks permettront d'obtenir une table fine et légère, tout en bloquant la déformation en « bol » créée par un fort gradient thermique suite à une exposition au soleil.
- Démonstrateur industriel n°3 : une porte de séparation intérieure de vans pour la filière équine sera développée. Ces pièces doivent présenter d'excellentes performances au choc tout en étant les plus légères possibles. En effet, la problématique du poids est cruciale pour ce secteur, afin de permettre aux véhicules de rester dans les critères de poids, leur permettant d'être conduits par un titulaire du permis B, même chargés.

En fin de projet et pour chacune de ces applications, la solution incorporant le renfort Interlock sera comparée au cahier des charges et à la solution originelle, du point de vue technique, économique, mais également environnemental.

#7 - PHYTO'RECOLTE

Système de production d'huîtres dans la lagune de Thau



Coordinateur : Hubert BONNEFOND, inalve, hubert.bonnefond@inalve-conception.com
Partenaires : Inria Sophia-Antipolis – Laboratoire d'Océanographie de Villefranche sur mer, EARL Cambon et fils
N° de contrat : 1703C0040
Date de début et durée en mois : 1^{er} mai 2017, 24 mois
Ingénieur ADEME référent : Alice GUEUDET
Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Les systèmes actuels de production de microalgues en suspension dans d'importants volumes d'eau ne sont satisfaisants ni économiquement ni écologiquement. Le principal problème est la récupération de la biomasse (pompage de l'eau, filtration, centrifugation) qui couvre à elle seule 30% du coût énergétique du procédé. La rupture technologique de culture de microalgues en biofilms développée par inalve permet de s'affranchir de cette difficulté. Le biofilm étant un assemblage concentré de microalgues se développant sur un support, sa récolte peut se faire par simple raclage.

La production de biofilm est un procédé maîtrisé chez inalve qui a développé de nouveaux prototypes de culture de biofilm mobile. L'objectif de ce projet est d'aller plus loin, en mettant au point un système de récolte intelligent et automatisé.

Un démonstrateur de production de microalgues et le système de récolte associé d'environ 20 m² seront installés chez l'ostréiculteur partenaire pour alimenter les huîtres et stopper la mortalité qui intervient au cours de leur stockage avant commercialisation (20% de pertes). Cette nouvelle approche de la production de microalgues contribuera à offrir une solution technique à la crise que traverse le secteur de l'ostréiculture (surmortalité, -20% de production pour -10% d'emploi depuis 2008).



2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Quatre verrous technologiques ont été identifiés. En premier lieu, il faut développer un capteur non intrusif permettant de suivre le développement de la biomasse sous forme de biofilm. Ce capteur devra être précis, sensible, fiable. En second lieu, il faut comprendre les effets de la récolte sur la productivité du biofilm pour en optimiser la fréquence. En troisième lieu, il est nécessaire de développer et calibrer un modèle capable de prédire l'évolution de la biomasse en

fonction des paramètres abiotiques et biotiques mesurés, permettant ainsi de définir la stratégie de gestion de la récolte. Enfin, il faut développer le racleur automatisé et y intégrer les points précédents (capteur, modèle et stratégie de gestion) pour obtenir un système intelligent capable d'optimiser la récolte pour maximiser la productivité totale du système.

3. Résultats attendus

	Impacts directs et indirects, positifs et négatifs, et leurs éléments de quantification & moyens d'évaluation et de suivi
Efficacité énergétique	Diminution des besoins énergétiques par unité de biomasse produite (W.kg-1microalgue). Attendus : économies d'énergie entre 30 et 50 % en comparaison avec les systèmes de productions classiques (raceway).
Réduction des gaz à effet de serre	Les microalgues photosynthétiques fixent d'importantes quantités de CO ₂ (2 kgCO ₂ /kgbiomasse). Optimiser leur croissance revient directement à optimiser la fixation du CO ₂ .
Qualité de l'eau	Le pilotage de la récolte permet de minimiser l'utilisation d'intrants pour une eau en sortie propre et recyclée. Attendus : concentrations en nitrates et phosphates en eau de sortie inférieures aux normes (50 et 5 mg/L respectivement).
Consommation des ressources naturelles (impact direct)	Limitation de la consommation en eau. L'optimisation de la récolte peut permettre de réduire de 60% la demande en eau. Attendus : réduction de 20 à 30% de la demande en eau en comparaison avec les systèmes de productions classiques (raceway). Le pilotage des cultures permet d'améliorer la productivité du système (KgBiomasse/m ² /j), donc de diminuer les besoins en surface à production constante. Attendus : réduction d'un facteur 4 des besoins en surfaces en comparaison avec les systèmes de productions classiques.

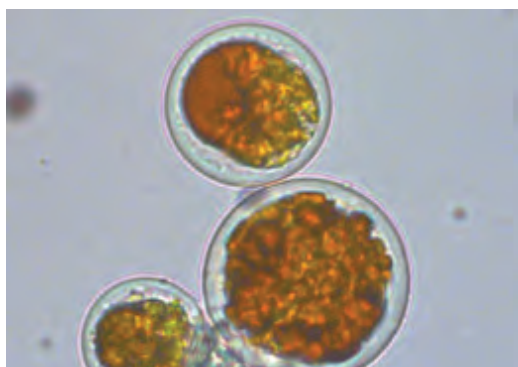
D'un point de vue économique, le projet phyto'Récolte permettra donc :

La sécurisation des exploitations ostréicoles. Garantir une conservation du taux de chair, ainsi que la survie des huîtres lors du stockage dans les bassins en circuit fermé pendant les périodes de fermeture ou durant le stockage avant-vente pouvant durer plusieurs semaines. Il permettra également la standardisation des produits tout au long de l'année, donc des CA prévisionnels plus fiables pour l'ostréiculteur.

Amélioration de la qualité des huîtres. L'augmentation du taux de chair, en passant d'un indice moyen de 11 à un indice supérieur à 14 (de huîtres spéciales à super spéciales respectivement) procure un produit de meilleure qualité de valeur plus élevée (prix de vente moyen +25%). De même, lors de ce stockage, la nutrition avec des microalgues particulières peut entraîner une coloration des huîtres (bleutée, vert d'eau...) améliorant l'aspect visuel, plus agréable, pour un nouveau produit (prix de vente moyen de + 200 à +400%).

#8 - ZYMALGO

Bioraffinerie de la matière algale : valorisation des micro-algues par un éco-procédé enzymatique



Coordinateur : Nicolas ATTENOT, BIOLIE SAS

Partenaire : LIBio-Université de Lorraine

N° de contrat : 1703C0049

Date de début et durée en mois : 1^{er} trimestre 2018, 36 mois.

Ingénieur ADEME référent : Bruno GAGNEPAIN

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Le projet ZYMALGO fait suite à un travail de thèse entre le laboratoire LIBio et la société BIOLIE dont l'objectif était d'avoir une connaissance très fine de la grande diversité des parois des microalgues pour en cibler les méthodes d'extraction propre. Fort de ces résultats, ce projet de bioraffinerie a pour objectif général de proposer une méthode performante et respectueuse de l'environnement pour le fractionnement doux et efficace de micro-algues rendu difficile en raison de leurs particularités structurales. Le procédé proposé ici concernera principalement l'éco-extraction aqueuse et enzymatique couplée, si nécessaire, à d'autres procédés alternatifs pour améliorer la déstructuration des parois des micro-algues (micro-ondes, ultrasons, méthode biomimétique) et à l'exclusion de tout emploi de solvant organique. Un des points clés est le

développement de mélanges enzymatiques adaptés à ces spécificités et personnalisables rapidement pour s'adapter à la grande diversité des organismes et des extraits ciblés.

Dès lors, plusieurs objectifs de natures variées mais complémentaires permettront d'aboutir avec succès au procédé ad-hoc depuis (i) la conception d'une technologie de criblage haut-débit et de mélanges enzymatiques optimaux dédiés, (ii) le couplage de procédés tout en veillant à l'impact environnemental, (iii) la production de plusieurs lots d'ingrédients "propres" et l'évaluation de leurs activités, (iv) la validation des performances de ces outils en réacteurs et enfin (v) la quantification des impacts environnementaux.



2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Le projet ZYMALGO s'articule en cinq lots (tableau 2, Figure 2). Le point de départ du projet est l'optimisation technique du procédé enzymatique à travers la mise en place d'une technologie de criblage haut débit qui permettra de mener rapidement et efficacement les nombreuses expériences et analyses nécessaires à la mise au point de mélanges enzymatiques optimaux et spécifiques aux micro-algues étudiées (LOT 1). Puis le procédé enzymatique sera couplé si nécessaire à d'autres technologies d'extraction propre (Ultrasons, micro-ondes, méthode biomimétique) dans le but d'augmenter les rendements d'extractions (LOT 2). Les produits obtenus lors de ces tests seront caractérisés et

objectivés en vue d'obtenir des ingrédients actifs (présentant une activité biologique) puis vectorisés, formulés et/ou purifiés selon les besoins en s'appuyant sur le fort savoir-faire du LIBio dans ces domaines (LOT 3). L'axe suivant (LOT 4) consistera à traiter de plus gros volumes de matière première, de l'ordre de quelques centaines de litres (quelques kg de matière sèche) afin de contrôler les niveaux de rendements et la qualité des produits obtenus dans des conditions industrielles et non de laboratoire. Le dernier axe (LOT 5) consistera à étudier l'impact environnemental des procédés et ingrédients développés pour les algues étudiées

3. Résultats attendus

L'objectif premier du projet ZYMALGO est de développer un procédé enzymatique provoquant la lyse des micro-algues pour l'extraction de molécules d'intérêts. Considérant les limites des procédés actuels, les bénéfices apportés par ce procédé enzymatique seront nombreux : réduction du coût énergétique, faible impact environnemental, facilité d'adaptation à de nouvelles espèces, protection des opérateurs et des consommateurs, préservation des produits et obtention d'extraits innovants.

- Réduction du coût énergétique
- Faible impact environnemental
- Facilité d'adaptation à de nouvelles espèces
- Risque diminué à la mise en œuvre pour les opérateurs et pour l'environnement

#9 - ADELITHER

Adéquation Déchets Ligneux et Conversion Thermochimique



*Coordinateur : Mazen AL HADDAD, Leroux & Lotz Technologies,
mazen.alhaddad@lerouxlotz.com*

Partenaires : RAGT Energie, CNRS-LRGP

N° de contrat : 1703C0042

Date de début et durée en mois : 1^{er} trimestre 2018, 36 mois.

Ingénieur ADEME référent : Simon COUSIN

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Dans le cadre de la loi sur la transition énergétique, adoptée en Juillet 2015, la part des énergies renouvelables de notre consommation énergétique finale a été portée à 32 % en 2030, un objectif ambitieux, où la biomasse représente l'une des principales source d'énergie.

La demande croissante pour cette ressource, nécessitera certainement la mobilisation de tous les gisements disponibles et plus particulièrement ceux des déchets ligneux tels que les refus de criblage, les refus de pulpeur, les issus de silos, ainsi que les cultures énergétiques pour la phytoremédiation des sols pollués... Malgré l'abondance de ces déchets lignocellulosiques au niveau national, leur mobilisation reste complexe.

De plus, leur valorisation énergétique, par combustion ou gazéification, se heurte à plusieurs verrous liés principalement aux caractéristiques de ces déchets et en particulier aux fortes teneurs en cendres et en polluants de type Chlore, Soufre et Azote et métaux lourds.

Dans ce contexte, le projet ADELITHER vise à lever les verrous associés à la valorisation énergétique à haut rendement de ces ressources par gazéification pour des applications de cogénération.



2. Eléments méthodologiques et programme de travail

Une première stratégie qui sera explorée dans le cadre de ce projet consiste à optimiser les conditions opératoires du gazéifieur et du craquage thermique pour réduire les émissions de métaux lourds dans le gaz tout en minimisant la teneur en goudrons et des suies produites. Cette optimisation sera réalisée à l'échelle laboratoire (20 kWth) ainsi qu'à l'échelle Pilote (2 MWth) avec deux déchets ligneux : les résidus de lamellé collé/ panneaux de particules et les déchets d'ameublement.

On cherchera en particulier à abaisser la température du lit fluidisé, en réduisant le ratio entre le débit d'air et le débit de biomasse. En effet, la température du lit fluidisé est un paramètre très influent sur la répartition – entre les produits solides et gazeux – des éléments traces métalliques et d'autres éléments potentiellement polluants (Cl, S). Dans le cas d'une gazéification à l'air dans un lit fluidisé, il est nécessaire de fonctionner avec des températures de lit supérieures à ~700°C pour permettre l'oxydation du charbon. Notons que l'abaissement des températures permet non seulement de limiter la vaporisation des métaux lourds, mais aussi d'éviter les problèmes d'agglomération du lit fluidisé que

l'on peut rencontrer avec des biomasses riches en alcalins (ex : résidus agricoles). Cet abaissement de température augmentera légèrement la concentration en goudrons dans le gaz de synthèse, mais cela n'est pas problématique à partir du moment où le gaz sortant du LF passe dans le craqueur thermique. Les essais qui seront réalisés permettront de vérifier et de comparer le niveau de volatilisation des métaux lourds par gazéification avec celui obtenu par combustion dans des conditions similaires de température de lit.

Une deuxième stratégie qui sera explorée, consiste à modifier drastiquement les conditions opératoires du système pour produire du syngaz, mais aussi du charbon valorisable (procédé de pyro-gazéification).

Enfin, outre le verrou afférent à la présence de goudrons et de métaux lourds dans le syngaz, les modèles de procédé seront affinés et particulièrement en ce qui concerne les principaux polluants – espèces chlorées, soufrées, azotées et métaux lourds – en vue de conclure par une analyse de cycle de vie quant à la pertinence environnementale de la valorisation de déchets ligneux par gazéification ou combustion

3. Résultats attendus

Les travaux de recherche en connaissances nouvelles et industrielles menés dans le cadre du projet ADELITHER permettront de proposer un procédé optimisé de valorisation des déchets ligneux faiblement et fortement adjuvantés par gazéification pour la production de chaleur et d'électricité.

Ce projet s'appuiera pour cela sur des essais à échelle pilote laboratoire permettant un nombre conséquent de tests (TRL 4-5) ainsi que sur une plateforme à échelle démonstrateur impliquant un lit fluidisé de gazéification de 2MWth (TRL 7), représentative des conditions industrielles pour une extrapolation réaliste.

La pertinence environnementale et technico-économique de la solution associée à ADELITHER sera évaluée dans le cadre de ce projet. Sur le plan environnemental, les données expérimentales serviront à construire une Analyse de Cycle de Vie Comparative. Une comparaison sera ainsi faite entre la combustion et la gazéification, mais aussi entre les différents scénarii de gazéification, explorés dans ce projet.

#10 - METHANIZ

Optimisation de la production de biogaz et de l'utilisation du digestat provenant d'un process de méthanisation voie sèche type garage



Coordinateur : Xavier LEPAGE, VIVESCIA, xavier.lepage@vivescia.com

Partenaires : AGROPARISTECH, SAS Methanobois, Omnisolis, Autopro

N° de contrat : 1706C0012

Date de début et durée en mois : octobre 2017, 36 mois

Ingénieur ADEME référent : Julien THUAL

Direction Économie Circulaire et Gestion des Déchets - Service Mobilisation et Valorisation des Déchets

1. Contexte et objectifs du projet

Face à la pénurie future des énergies fossiles et au réchauffement climatique, le procédé de méthanisation apporte des solutions fiables. L'offre de process de méthanisation en voie infiniment mélangée ou liquide, est importante en France. Néanmoins, ce process ne convient pas à tous les types de gisements. Le choix de la voie sèche est adapté à des gisements à base de produits très secs, notamment du fumier.

Face à la demande de solutions viables et sécurisées d'unités de méthanisation en voie sèche, Omnisolis a conçu un process qui répond aux attentes des porteurs de projets et à l'ensemble des normes de sécurité ; tout en maîtrisant les problématiques de la méthanisation en voie sèche (gestion du percolât, indépendance des garages, stockage du biogaz, etc ...). La construction du premier méthaniseur voie sèche, d'un client Omnisolis, a débuté en janvier 2015.

L'unité de méthanisation de M. Courageot, à présent en fonctionnement, présente d'ores et déjà une très bonne base de conception, une sorte d'unité de référence.

Il est intéressant d'utiliser cette installation à taille réelle pour réaliser des études, afin d'améliorer les connaissances et le process existant.

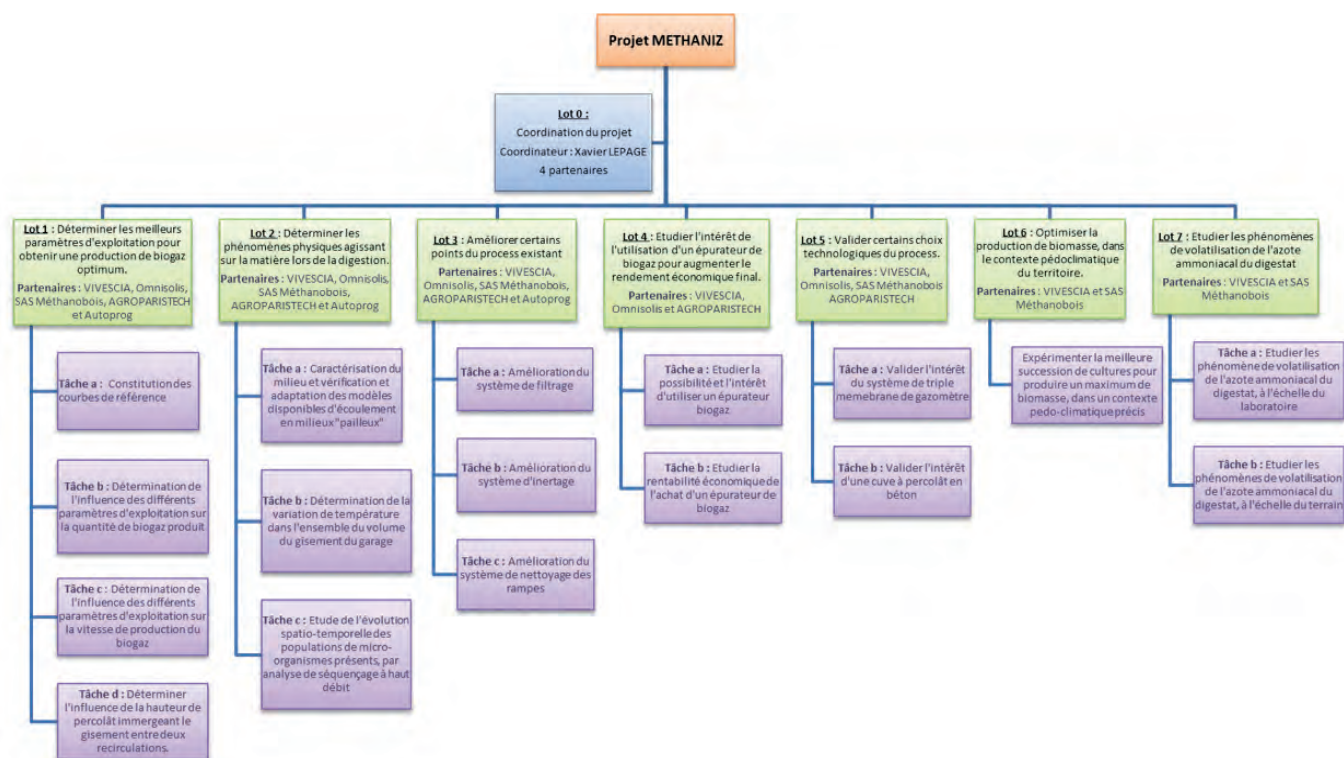
Les objectifs scientifiques et techniques du projet sont :

- Optimiser la production de biogaz en étudiant les paramètres d'exploitation et comprendre les phénomènes physiques et biologiques agissant sur la matière lors de la digestion.
- Fiabiliser et optimiser le process technologique et automatique existant afin de pouvoir le dupliquer avec réussite.
- Etudier des solutions agronomiques pour optimiser la production de biomasse en entrée du méthaniseur et étudier les phénomènes de volatilisation de l'azote du digestat solide.



Optimisation de la production de biogaz et de l'utilisation du digestat provenant d'un process de méthanisation voie sèche type garage

2. Eléments méthodologiques et programme de travail



3. Résultats attendus

Les résultats attendus en fin de projet sont :

- Un procédé de méthanisation à la ferme voie sèche discontinuée sous forme de garages, avec une production de biogaz optimisée et une utilisation automatisée et des conditions d'exploitation confortables et sécurisées.
- Un plan de succession de cultures pour obtenir une production de biomasse optimale, tout en conservant une production de vente, sur le territoire du site pilote.
- Des conseils pour une utilisation optimum du digestat voie sèche, en substitution de fertilisants chimiques.

#11 - PAM

Benchmarking de dispositifs de préparation, préhydrolyse, broyage et incorporation de déchets organiques solides dans les systèmes de méthanisation



*Coordinateur : Rémy BAYARD, Pierre BUFFIÈRE, INSA de Lyon
remy.bayard@insa-lyon.fr ; pierre.buffiere@insa-lyon.fr*

Partenaires : ENSAIA Nancy / NOREMAT

N° de contrat : 1706C0013

Date de début et durée en mois : octobre 2017, 26 mois

Ingénieur ADEME référent : Guillaume BASTIDE

Direction Économie Circulaire et Gestion des Déchets - Service Mobilisation et Valorisation des Déchets

1. Contexte et objectifs du projet

Le déploiement de la méthanisation agricole en France s'accompagne de nombreux questionnements techniques. La plupart des installations françaises sont des technologies de type infiniment mélangé en voie humide, configurées pour des intrants typiquement rencontrés en Europe du Nord (lisiers, maïs). Toutefois, les conditions d'élevage bovins sont différentes avec en France une production de résidus agricoles davantage sous la forme de fumier.

La présence de paille confère à ces intrants un caractère solide et hétérogène. De plus, la ration du méthaniseur est très souvent complétée par des déchets de type herbe (sous forme d'ensilages ou autre), avec pour conséquence des

installations qui n'atteignent pas le potentiel de conversion en méthane estimé et qui rencontrent des difficultés d'homogénéisation et de mélange dans les digesteurs.

Notre projet vise à établir un regard scientifique et pratique sur des systèmes de préparation mécanique de fumiers et autres déchets agricoles avant leur méthanisation.

**Benchmarking de dispositifs de préparation, préhydrolyse, broyage et incorporation de déchets organiques solides dans les systèmes de méthanisation**

2. Eléments méthodologiques et programme de travail

Parmi les solutions prometteuses, l'amélioration de la préparation de la charge au moyen de systèmes mécaniques est l'objet de notre projet : de nombreux systèmes sont disponibles sur le marché (pulpeurs, pompes dilacératrices, broyeurs, malaxeurs), mais peu d'informations techniques et économiques sont disponibles sur de tels dispositifs, qui permettraient de quantifier les gains d'efficacité. La raison principale est la complexité de relier l'aptitude à la méthanisation d'un déchet donné à ses caractéristiques physiques. C'est tout l'enjeu du présent projet qui vise à répondre à des questionnements scientifiques liés à l'origine et à la quantification des gains de productivité induits par la mise en place de technologies avancées de préparation de la charge dans le cas d'effluents d'élevages de type fumiers ou herbe : conditions de préparation de la charge et augmentation de la vitesse et du potentiel de conversion, équilibre de la ration (fractions solubles / fractions insoluble), amélioration de la ration et gain d'efficacité du réacteur.

Ainsi, à l'issue d'une phase de recensement et de classification des dispositifs disponibles sur le marché, nous effectuerons une évaluation à l'échelle du terrain d'un certain nombre de ces dispositifs. L'évaluation portera sur les gains de productivité en méthane, d'efficacité du méthaniseur, de mode de transformation de la matière du point de vue biologique et physique. Elle portera également sur la consommation énergétique de ces dispositifs.

Plusieurs techniques analytiques avancées permettront de caractériser l'effet des dispositifs et des techniques de prétraitement sur fumiers et déchets fibreux de type herbe à la fois au niveau des propriétés mécaniques, hydrauliques et de texture (taille, viscosité), que des propriétés biochimiques (composition chimique, biodégradabilité et accessibilité) ou cinétiques.

3. Résultats attendus

Notre projet a pour objectif de produire une synthèse de bonnes pratiques des conditions de préparation des rations avant méthanisation agricole pour les acteurs de la filière (agriculteurs méthaniseurs, bureaux d'étude et de conseil, financeurs, etc.).



#12 - VALOCHIPS

VALOrisation de déCHets verts ligneux : Procédé de prétraitement et testS de transformation thermochimique



Coordinateur : Redouan SAIAH, GREEN RESEARCH, r.saiah@greenresearch.fr

Partenaires : Matthieu CAMPARGUE, Jean-Michel COMMANDRE, Timothée NOCQUET, Aurélie BRUNET.

N° de contrat : 1703C0045

Date de début et durée en mois : septembre 2017, 30 mois.

Ingénieur ADEME référent : Alice FAUTRAD

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Actuellement, plus de 90% de la valorisation énergétique du bois s'opère par combustion. Ce procédé de conversion thermochimique a acquis une grande maturité technologique pour traiter le bois, mais nécessite encore des développements pour traiter les biomasses lignocellulosiques. Ces dernières ont un rôle important à jouer, considéré et inclus dans les politiques énergétiques mondiales, pour limiter les émissions de gaz à effet de serre.

La filière bois énergie est en concurrence avec les industries papetières et des panneaux. Il est alors nécessaire de diversifier les sources d'approvisionnement en biomasse pour alléger la pression sur le bois. Les déchets verts pourraient apporter une solution intéressante à cette problématique. Les déchets verts collectés dans les déchetteries contiennent

des polluants qui peuvent provoquer de l'usure et des blocages dans des systèmes de transport et préparation de la biomasse, et causer des problèmes pour la combustion.

L'objectif du projet VALOCHIPS est de développer une nouvelle solution de valorisation de déchets verts, adaptable sur tous les territoires. Pour cela, le travail de recherche vise à définir une chaîne de prétraitement avec des processus adaptés, pour extraire une fraction ligneuse de qualité, à partir des déchets verts. Ce procédé s'appuiera sur une succession d'opérations se basant sur des équipements mécaniques et sur des conditions expérimentales qui prennent en compte l'évolution de la matière dans le temps. Ce prétraitement est nécessaire pour adapter ces nouvelles matières ligneuses aux procédés industriels de combustion.



2. Eléments méthodologiques et programme de travail

Le projet VALOCHIPS est divisé en cinq lots de travaux. Le lot 1 permet d'étudier, sur différentes saisons, les fractions de matières contenues dans les déchets verts. En plus des caractérisations physico-chimiques, les propriétés thermochimiques des matières ligneuses seront étudiées afin de s'assurer de leur conformité pour une utilisation en combustion.

La séparation de la fraction ligneuse des déchets verts se fera dans le lot 2. Pour cela, une procédure de broyage, stockage et criblage sera mise en place afin d'extraire de manière efficace les matières ligneuses des fibres légères et des particules fines.

La dépollution des matières ligneuses ainsi obtenues sera réalisée dans le lot 3. Ces polluants sont sous forme de pierres, inertes et métaux ferreux. Des itérations vont se faire entre les

lots 1, 2 et 3 pour optimiser les paramètres techniques des procédés utilisés, afin d'assurer une qualité constante des matières ligneuses suivant la norme ISO 17225-6.

La valorisation énergétique des matières ligneuses se fera dans le lot 4. Ces tests permettront de vérifier le potentiel d'utilisation des matières ligneuses des déchets verts dans des procédés de combustion à différentes échelles : laboratoire, pilote et industrielle.

Les opérations réalisées dans les lots 2, 3 et 4 vont subir une évaluation technico-économique. Le lot 5 permet de réaliser des analyses environnementale et réglementaire de la mise en place de valorisation énergétique de la fraction ligneuse des déchets verts. Les résultats de ce lot conduiront à obtenir des éléments de décision pour une valorisation territoriale.

3. Résultats attendus

Les résultats attendus dans le projet VALOCHIPS permettront :

- Une mobilisation importante de gisements ligneux actuellement peu utilisés pour une valorisation énergétique par combustion.
- Le développement d'un nouveau procédé brevetable de prétraitement des déchets verts, pour produire des plaquettes issues de la fraction ligneuse des déchets verts, destinées à la production d'énergies, conformes à la norme ISO 17225-6.
- La validation de l'utilisation de la fraction ligneuse des déchets verts en installations industrielles de combustion.
- La création de nouvelles références d'Analyse de Cycle de Vie (ACV), pour des valorisations énergétiques de la fraction ligneuse des déchets verts, et la mise en place de nouveaux indicateurs de performances environnementales associés à ces valorisations.

- Une amélioration à terme de l'attractivité des territoires, en apportant des solutions concrètes à travers l'industrialisation de nouveaux procédés, produits et services.
- D'inscrire le projet VALOCHIPS dans une démarche exemplaire dans l'économie circulaire et l'économie sociale et solidaire, favorisant l'approche multi-filières.

#13 - ABC'TERRE-2A

Application participative et appropriation de la démarche ABC'TERRE à l'échelle de territoires régionaux



Coordinateur : Marion DELESALLE (m.delesalle@agro-transfert-rt.org), Annie DUPARQUE (a.duparque@agro-transfert-rt.org), CAROLINE GODARD (c.godard@agro-transfert-rt.org), CÉDRIC DELAME (c.delame@agro-transfert-rt.org), Agro-Transfert Ressources et Territoires.

Partenaires : Association pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA), Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est, Chambre d'Agriculture de l'Aisne, Chambre d'Agriculture du Nord pas de Calais, Chambre Régionale d'Agriculture Nouvelle Aquitaine, INRA INFOSOL Orléans, UniLaSalle, Laboratoire d'Analyses et de Recherche de l'Aisne (LDAR), UMR SAD APT INRA-AgroParisTech (1048).

N° de contrat : 17-03-C0007

Date de début et durée en mois : juin 2017, 42 mois

Ingénieur ADEME référent : Thomas EGLIN

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Les méthodes de calcul du bilan gaz à effet de serre (GES) des territoires couramment utilisées, comme l'outil Climagri (Doublet, 2013), ne prennent pas en compte les variations de stock de carbone des sols agricoles, ou le font de manière forfaitaire. De plus, les approches développées n'intègrent pas les pratiques culturales réelles des agriculteurs d'un territoire. Les collectivités territoriales qui s'engagent dans les Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET) doivent réaliser un bilan GES de leur territoire pour mettre en place des plans d'actions concertés avec les acteurs, dont ceux de l'agriculture. Les plans d'actions proposés seront d'autant plus pertinents et efficaces qu'ils intégreront les systèmes de culture (SdC) et des types de sols du territoire pour lesquels seront identifiés des leviers d'amélioration du bilan GES.

Le présent projet ABC'Terre-2A fait suite au projet ABC'Terre (APR REACTIF ADEME 2012) qui a développé une méthode prototype intégrant l'évolution du stock de carbone des sols cultivés liée aux pratiques agricoles dans un bilan de GES des SdC, à l'échelle d'un territoire (pour plus d'information sur le projet ABC'Terre : <http://www.agro-transfert-rt.org/projets/bilan-gaz-effet-serre-abcterre/>). L'objectif du projet est double : il s'agit de (1) simplifier, améliorer et automatiser la méthode de calcul du bilan GES et d'autres maillons d'ABC'Terre pour (2) rendre cette méthode prototype opérationnelle et transposable à d'autres territoires agricoles que ceux ayant servi à son établissement.



Application participative et appropriation de la démarche ABC'TERRE à l'échelle de territoires régionaux

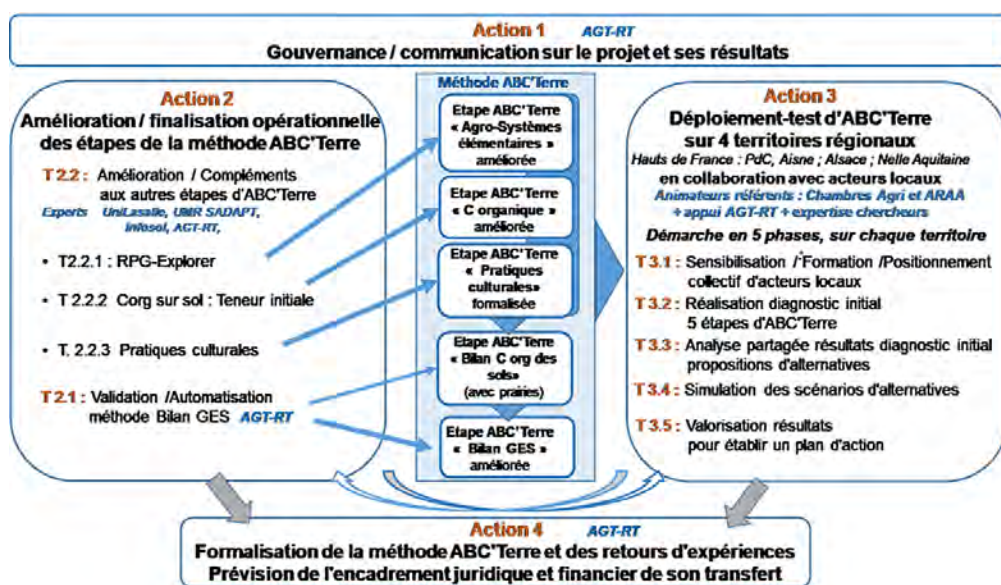
2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Le projet ABC'Terre 2A est structuré en 4 actions.

L'action 1 est consacrée à la gouvernance du projet ainsi qu'à la communication sur le projet.

L'action 2 a pour but de finaliser les modules de calcul de la méthode ABC'Terre. Il s'agit en particulier de simplifier et d'automatiser la méthode de calcul de la fertilisation azotée et de compléter le bilan de GES (intégration des surfaces en prairie, en agroforesterie et des haies ; prise en compte de l'effet du pH sur les émissions de N_2O). L'automatisation du calcul du bilan GES passe par une phase d'informatisation, qui constitue une étape importante du travail prévu. Cette action comprend également des travaux d'amélioration ou d'évaluations complémentaires pour certaines des autres étapes de la méthode ABC'Terre : phases de reconstitution des agro-systèmes élémentaires (rotations x type de sol x type d'exploitation) avec l'outil RPG-Explorer, méthode d'attribution des teneurs en carbone organique initial aux types de sol...

L'action 3 consiste à initier, accompagner et analyser les conditions d'appropriation et de mise en œuvre du diagnostic ABC'Terre sur des territoires offrant des contextes d'application diversifiés (types de production agricole, priorités des collectivités territoriales face aux enjeux environnementaux...) et auprès d'acteurs qui, pour la plupart, ne connaissent pas la démarche. Il s'agit donc dans cette action de déployer la méthode ABC'Terre sur plusieurs territoires régionaux (Pays du Ternois, 62, et Pays du Saint-Quentinois, 02 en Hauts de France; communauté de communes du Thouarsais, 79 en Nouvelle Aquitaine ; Pays Rhin-Vignoble- Grand Ballon, 68 en région Grand Est). Ces territoires pilotes servent de base aux travaux méthodologiques pour déterminer une approche la plus générique possible valorisant au mieux les données issues des bases existantes (sols, pratiques culturales) et pour optimiser la concertation entre acteurs locaux pour l'élaboration des plans d'action



3. Résultats attendus

Le résultat central attendu à l'issue du projet est une démarche de diagnostic et de simulation territoriale des flux de carbone des sols agricoles (stockage de C organique/émissions de CO_2) et des émissions de GES des SdC au sein des territoires. Cette démarche se veut opérationnelle, transposable à de nombreux territoires agricoles, formalisée de façon pratique et encadrée aux plans technique et juridique. Le modèle de diffusion visé pour la démarche mobilisant la méthode ABC'Terre serait à moyen terme celui de la démarche Climagri de l'ADEME..

Pour aboutir à ce résultat central, plusieurs résultats intermédiaires sont attendus : (1) une méthode de calcul de bilan de GES à l'échelle du SdC, améliorée, complétée, informatisée et documentée ; (2) l'outil RPG-explorer

amélioré et évalué ; (3) une version améliorée de la méthode de détermination des teneurs en C org par type de sol ; (4) des retours « de terrain » en cours et en fin de mise en œuvre de la démarche sur les territoires pilotes ; (5) les résultats des diagnostics réalisés sur ces territoires pilotes ; (6) une interface informatisée permettant la mise en place des différentes étapes composant la méthode ABC'Terre, intégrant les documents d'accompagnement (guides méthodologiques) ; (7) des supports de sensibilisation, de formation et d'animation pour le déploiement de la démarche. Enfin, la valorisation scientifique du projet ABC'Terre (REACTIF, 2012) sera poursuivie et conjuguée avec celle d'ABC'Terre-2A avec la rédaction de plusieurs publications.

#14 - CE-CARB

Cultures Énergétiques et stockage de CARBone dans les sols



Coordinateur : Fabien FERCHAUD, INRA UR AgrolImpact, fabien.ferchaud@inra.fr

Partenaires : AgroTransfert Ressources et Territoire, GIE GAO, INRA UMR ECOSYS

N° de contrat : 1703C0005

Date de début et durée en mois : 1^{er} trimestre 2018, 42 mois

Ingénieur ADEME référent : Thomas EGLIN

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

La production de cultures énergétiques valorisées en plante entière (ou cultures « lignocellulosiques ») sera probablement amenée à se développer pour répondre aux besoins en biomasse (combustion, méthanisation, biocarburants de deuxième génération, matériaux biosourcés). Parmi les cultures candidates, on trouve des cultures herbacées en C4, comme le miscanthus ou le switchgrass, des cultures pluriannuelles traditionnellement fourragères telles que la luzerne, ou des cultures annuelles comme le sorgho biomasse. Ces différentes cultures devront permettre de concilier une forte productivité et de faibles impacts environnementaux, notamment en ce qui concerne le bilan gaz à effet de serre (GES). Or, il existe encore de nombreuses incertitudes sur ces bilans et en particulier sur le stockage/déstockage de carbone (C) dans les sols. Les résultats disponibles dans la littérature scientifique concernant l'impact des cultures énergétiques pérennes sur les stocks de C du sol sont par exemple très variables.

Le projet CE-CARB (Cultures Énergétiques et stockage de CARBone dans les sols) doit contribuer à lever cette source d'incertitude. Les objectifs du projet sont :

- apporter de nouvelles références fiables concernant l'impact des cultures énergétiques pérennes, pluriannuelles et annuelles sur les évolutions de stocks de C du sol, en fonction des pratiques culturales et du contexte pédoclimatique ;
- identifier les déterminants des variations de stocks observées ;
- évaluer leurs conséquences sur le bilan GES des cultures ;
- adapter et paramétrer un outil de simulation de l'évolution des stocks de C du sol pour ces cultures et évaluer des scénarios de production de biomasse.



2. Éléments méthodologiques et programme de travail

L'organisation du projet correspondra à ces quatre objectifs. Dans le premier lot, des mesures de stocks de C seront effectuées sur deux plateformes expérimentales comparant différentes espèces et pratiques culturales depuis 2006 et correspondant à des contextes pédoclimatiques contrastés (Somme et Haute-Garonne).

Ces mesures permettront d'obtenir des évolutions de stocks de C organique du sol pour des traitements bien différenciés (11-12 ans). Les déterminants de ces variations de stocks (quantités et nature des entrées de C aériennes et/ou souterraines, vitesse de minéralisation du C organique en lien avec la protection physique des matières organiques) seront analysés dans le lot 2. Cette évaluation sera réalisée par une approche couplant mesures (quantification des restitutions de carbone par les résidus végétaux, caractérisation de la matière organique du sol) et utilisation d'un modèle d'évolution des stocks de carbone du sol (AMG).

Dans le lot 3, le bilan GES sera calculé pour plusieurs traitements expérimentaux ayant déjà fait également l'objet de mesures d'émissions de protoxyde d'azote (N_2O). Cela permettra d'évaluer l'impact du stockage de C sur le bilan GES des cultures et de le replacer parmi les autres sources de variation du bilan GES (niveaux d'intrants, émissions de N_2O).

Enfin, dans un quatrième lot, le paramétrage d'AMG obtenu dans le lot 2 pour les cultures énergétiques étudiées dans le projet sera intégré dans l'outil de simulation SIMEOS-AMG et cet outil sera utilisé pour simuler l'impact de différents scénarios de production (espèces × pratiques × pédoclimats) sur les stocks de C du sol.

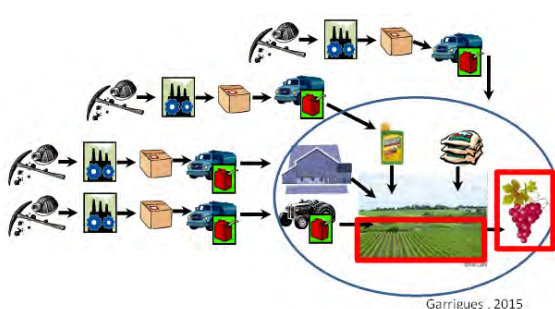
3. Résultats attendus

Le projet CE-CARB apportera des références fiables et scientifiquement reconnues concernant l'impact d'une large gamme de cultures énergétiques sur les stocks de C du sol. Il devrait aussi permettre d'améliorer significativement notre compréhension du déterminisme du stockage de carbone sous ces cultures énergétiques.

Le projet débouchera aussi sur le paramétrage d'un outil de simulation (SIMEOS-AMG), facilement réutilisable pour de futures évaluations. Il permettra de formuler des premières recommandations pratiques et contribuera à améliorer l'évaluation environnementale des futures filières utilisant des cultures énergétiques.

#15 - ECO3VIC

ECOConception Collective en Viticulture pour l'accompagnement au Changement de pratiques



Coordinateur : Frédérique JOURJON et Mohamed GHALI –ESA Angers

f.jourjon@groupe-esa.com, m.ghali@groupe-esa.com

Partenaires : INRA, Chambre Agriculture des Pays de la Loire,
Cave Robert et Marcel, Association Terra Vitis

N° de contrat : 1703C0006

Date de début et durée en mois : juillet 2017, 36 mois

Ingénieur ADEME référent : Vincent COLOMB

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Les filières agricoles en général et la filière viticole en particulier, sont confrontées au triple enjeu d'exigences de performance environnementale de leur production, de qualité des produits et de compétitivité économique dans un contexte changeant. La capacité à prendre en compte conjointement ces trois dimensions sera un facteur clé d'innovation, de différenciation et de compétitivité des exploitations agricoles françaises. Si des réponses techniques ont pu être identifiées face à ces enjeux, la question de leur mise en œuvre au sein de systèmes de culture est encore à approfondir ; elle passe en particulier par i) l'analyse des freins et leviers socio-économiques à l'évolution des pratiques, ii) la mise en œuvre d'instruments économiques pour faire converger performance économique et environnementale et iii) l'accompagnement dans l'aide à la décision « globale » pour le changement de pratiques à court et moyen terme. Il est donc important que les acteurs de la

recherche et du développement accompagnent les viticulteurs et co-construisent avec les différentes parties prenantes sur le territoire (techniciens, conseillers, coopératives, syndicats, interprofessions) les solutions individuelles et collectives pour répondre aux demandes et inquiétudes des viticulteurs en termes de démarches agro-environnementales et d'évolution du contexte réglementaire.

Le projet s'inscrit pleinement dans les enjeux majeurs de l'agriculture rappelés dans le PNDAR 2014-2020, dans les objectifs de développement durable de l'agenda 2030 du Ministère de l'Environnement et aussi dans le cadre européen du PAQUET ENERGIE Climat 2014. Il vise à fournir des éléments de démarches et méthodes pour accompagner l'aide à la décision pour un changement de pratiques en viticulture afin de contribuer à la réduction des impacts environnementaux.



ECOConception Collective en Viticulture pour l'accompagnement au Changement de pratiques

L'objectif principal du projet Eco3Vic est de fournir une démarche d'écoconception participative pour l'accompagnement au changement de pratiques en viticulture. Le projet s'appuiera sur l'analyse des freins et leviers sociotechniques et économiques identifiés auprès des parties prenantes de la profession viticole (conseillers, viticulteurs, caves coopératives). Il s'attachera à apporter des éléments de réponse à la fois à l'échelle des itinéraires techniques (parcelle) et à l'échelle de l'exploitation. Les enjeux scientifiques et techniques du projet sont les suivants :

- Eco-concevoir collectivement des itinéraires techniques viticoles en intégrant l'analyse du cycle de vie (ACV) couplée à des indicateurs économiques ;

- Co-construire des outils et méthodes d'accompagnement au changement à l'usage de la profession viticole à partir des méthodes d'évaluation et indicateurs de précédents projets scientifiques ;
- Analyser les freins et leviers de la mise en œuvre du changement de pratiques en prenant en compte les principaux éléments du système sociotechnique impliqués dans le processus d'innovation ;
- Répertoire et évaluer d'un point de vue économique et environnemental les pratiques viticoles les moins impactantes sur l'environnement.

2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Le projet s'articule en 5 principaux lots, chacun coordonné par un partenaire du projet

Les lots 1 et 2 produiront des références environnementales et économiques sur les pratiques et les itinéraires techniques impactants et éco-conçus, des éléments méthodologiques sur les indicateurs et la question du changement d'échelle, et des clefs de compréhension socio-économiques sur les freins et leviers au changement de pratiques. L'ensemble de ces résultats sera mis à disposition du lot 3 qui vise à développer une démarche d'écoconception collective en viticulture. Enfin, le lot 4 vise à identifier et organiser les modes de transferts des résultats du projet pour accompagner le changement de pratiques sur d'autres collectifs et territoires. La coordination et l'animation du projet fait l'objet d'une tâche 0.

Notre démarche contribuera à l'amélioration de la performance environnementale des itinéraires techniques viticoles, par l'intégration de pratiques identifiées comme vertueuses, tout en maintenant une qualité de produit. Au minimum, deux terrains d'étude sont ciblés pour le développement de la démarche : 2 groupes Dephy en Maine-et-Loire et Touraine animés par la CA49 en partenariat avec la Cave Robert et Marcel - Saumur et l'association Terra Vitis, soit environ 20 producteurs directement impliqués dans les ateliers. Plusieurs voies de transfert seront testées : un collectif sous cahier des charges privé (Terra Vitis) et les conseillers de terrain des Chambres d'Agriculture de la région Pays de Loire (élargi au réseau des Chambres du Val de Loire) avec des perspectives à l'échelle nationale.

3. Résultats attendus

Notre démarche contribuera à l'amélioration de la performance environnementale des itinéraires techniques viticoles, par l'intégration de pratiques identifiées comme vertueuses, tout en maintenant une qualité de produit.

Plusieurs voies de transfert seront testées : un collectif sous cahier des charges privé (Terra Vitis) et les conseillers de terrain des Chambres d'Agriculture de la région Pays de Loire (élargi au réseau des Chambres du Val de Loire) avec des perspectives à l'échelle nationale.

Trois principaux livrables seront fournis à l'issue du projet :

- Une démarche d'écoconception collective validée, généralisable et transférable aux services d'appui à l'agriculture et aux collectifs professionnels ;
- Un tableau de bord des freins et leviers au changement de pratiques à l'attention de la profession, des prescripteurs et des politiques publiques ;
- Une base de données répertoriant les pratiques viticoles les moins impactantes sur l'environnement, leurs coûts et leurs impacts environnementaux et des ITK viticoles éco-conçus adaptés aux terrains d'étude cibles



#16 - EXPLORER

Explorer les potentialités d'une valorisation agro-écologique et économique des biomasses résiduelles du territoire pour la transition vers une agriculture climato-intelligente



*Coordinateur : Jean-Marc BLAZY, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA),
jean-marc.blazy@inra.fr*

Partenaires : Météo France, Observatoire Régional de l'Energie et du Climat (OREC)

N° de contrat : 1703C0009

Date de début et durée en mois : 18 mai 2017, 36 mois

Ingénieur ADEME référent : Audrey TREVISIOL

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Le changement climatique induirait des aléas accrus (ouragan, sécheresse, inondations, etc.) qui constituent autant de risques pour les agriculteurs et la population. Ces défis imposés par le changement climatique sont particulièrement importants à relever dans les territoires insulaires tropicaux, comme la Guadeloupe, laquelle aborde ces enjeux avec une agriculture qui fait déjà face à de nombreuses contraintes comme la pollution des sols à la chlordécone, l'urbanisation, la faible compétitivité des exploitations et un faible taux de couverture des balances alimentaire et commerciale. Parallèlement à cette problématique agricole, le recyclage des biomasses résiduelles du territoire (BRT) est un enjeu majeur du développement durable de la Guadeloupe. Le concept émergent d'agriculture climato-intelligente (climate smart agriculture), vise à proposer une approche intégrée de l'agriculture pour répondre à la triple problématique d'adaptation au changement climatique, d'atténuation des émissions de GES et d'accroissement de la sécurité alimentaire.

Cependant, pour atteindre ces objectifs et orienter les investissements et la planification des politiques, une meilleure information est nécessaire sur les interrelations entre les potentialités techniques et économiques d'innovation dans la valorisation des biomasses résiduelles, les caractéristiques des exploitations agricoles, les interventions extérieures (politiques), et les effets sur les résultats d'atténuation. Pour répondre à cette question, le projet EXPLORER va explorer les deux leviers complémentaires de l'agro-écologie et de la bioéconomie territoriale. Il vise à développer une démarche de modélisation intégrée de scénarios de transition des agrosystèmes, de l'échelle des systèmes de production jusqu'aux territoires et filières, permettant d'identifier des cohérences systémiques aboutissant à une intégration des performances sociales, économiques et environnementales de l'agriculture face à la problématique du changement climatique. La finalité est de co-concevoir des scénarios pour fournir des moyens d'action pour les acteurs.



Explorer les potentialités d'une valorisation agro-écologique et économique des biomasses résiduelles du territoire pour la transition vers une agriculture climato-intelligente

2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Notre démarche repose sur l'emboîtement de différents types de modèle, et vise à une modélisation quantitative, intégrée et dynamique de l'évolution des parcelles, des exploitations et des territoires en prenant en compte explicitement les interactions entre échelles spatiales. Cette démarche sert à simuler l'évolution du paysage et les impacts associés, pour des scénarios d'adaptation au changement climatique basés sur de nouveaux systèmes agro-écologiques et des politiques publiques revisitées. La démarche sera développée sur deux territoires « modèle » que sont la Guadeloupe et Marie-Galante, couvrant respectivement des surfaces de 1500 et 150 km², où le gisement en biomasses résiduelles non valorisées est très important. Les modèles seront paramétrés à partir d'enquêtes et d'expérimentations de terrain, réalisés avec les acteurs qui participeront activement à la co-construction des innovations

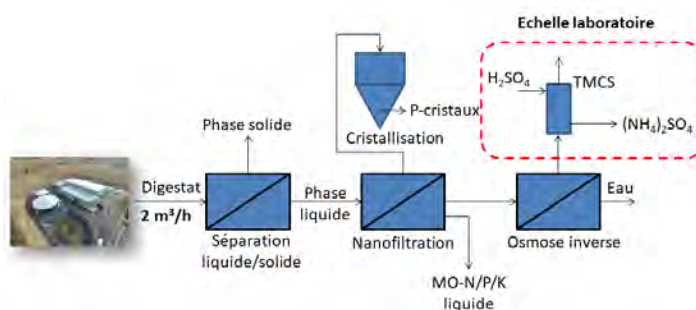
et des scénarios de transition. Le projet est organisé en 5 lots : 1) Elaboration de scénarios de changements climatiques, 2) Diagnostic de vulnérabilité et de durabilité des exploitations et du territoire, impliquant une évaluation et qualification des biomasses résiduelles du territoire, 3) Conception et évaluation de solutions innovantes à l'échelle des exploitations basées sur une valorisation des BRT avec la mise en place d'une micro-ferme agro-écologique pilote et 4) Evaluation intégrée de scénarios de transition vers une agriculture climato-intelligente, avec une étude sur la valorisation économique via des labels de bio-économie et la modélisation de scénarios de transition au niveau du territoire.

3. Résultats attendus

- Une famille de scénarios de changements climatiques régionalisés basés sur la prévision de l'évolution du climat et des aléas à différents horizons temporels ;
- Un diagnostic de la vulnérabilité de l'agriculture actuelle face aux différents scénarios de changement climatique ;
- Des solutions biotechniques de valorisation des biomasses résiduelles dans une perspective de réduire la vulnérabilité des exploitations et d'augmenter la séquestration de carbone dans les sols ;
- Des labels innovants de bioéconomie territoriale pour la valorisation des productions agricoles dans les filières ;
- Des scénarios intégrés de transition en tenant compte des ressources du territoire et des contraintes économiques d'adoption des systèmes (dont scénarios visant un objectif de séquestration de carbone dans les sols de 4/1000) ;
- L'information et la sensibilisation des acteurs à la problématique du changement climatique pour susciter l'émergence d'entreprises innovantes dans le domaine de la bioéconomie.

#17 - OMIX

Filière de fractionnement des digestats en eau d'irrigation et fertilisants renouvelables pour une méthanisation durable



Coordinateur : Alexis MOTTET, Emmanuel TROUVÉ, NEREUS,
alexis.mottet@nereus-water.com, emmanuel.trouve@nereus-water.com
Partenaires : CLER-VERTS (Dalozzo) ; LISBP INSA Toulouse (Spérando)
N° de contrat : 2016/42/081 - Omix
Date de début et durée en mois : 19 septembre 2017, 24 mois

Ingénieur ADEME référent : Fabienne MULLER

Direction : Économie Circulaire et Gestion des Déchets - Service Mobilisation et Valorisation des Déchets

1. Contexte et objectifs du projet

La filière de valorisation des biodéchets par méthanisation nécessite une durabilité économique et environnementale afin de pérenniser cette technologie.

L'enjeu du projet est donc de proposer le développement expérimental et la démonstration d'une filière de transformation totale des digestats, issus d'un site de méthanisation traitant majoritairement des biodéchets, pour obtenir d'une part divers fertilisants (organiques, organo-minéraux, minéraux) assurant le recyclage raisonné notamment des composés N, P et K vers les sols, et d'autre part de l'eau pour une utilisation en irrigation ou en réutilisation. L'originalité de ce projet est clairement cette recherche d'une double valorisation: eau et matière.

La démonstration technique de la filière Omix sera réalisée dans le bassin Toulousain de la région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée : la société CLER-VERTS (utilisateur final) pour ses compétences dans la collecte et la valorisation de biodéchets, la société NEREUS (jeune entreprise innovante) pour le développement de procédés de fractionnement de digestats, et le LISBP-INSA de Toulouse (recherche publique)

pour ses connaissances en génie des procédés appliqués à l'environnement.

Les objectifs scientifiques et techniques de ce projet sont plus précisément :

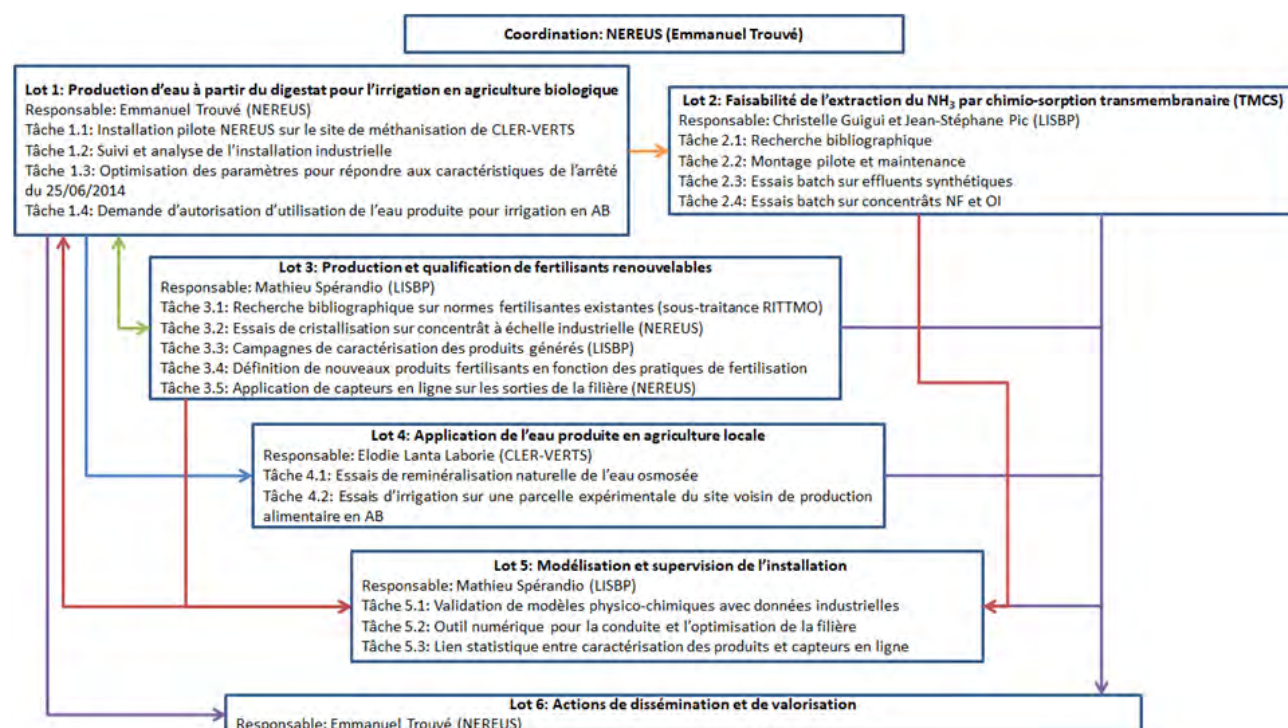
- Concevoir et réaliser une installation permettant la production d'eau à partir de digestats, répondant à minima aux caractéristiques de l'arrêté du 25 juin 2014, pour une irrigation destinée à un site voisin de production alimentaire en agriculture biologique,
- Qualifier des fertilisants organo-minéraux et minéraux renouvelables produits dans la filière (concentrâts de séparation liquide/solide, produit liquide azoté issu de la chimio-sorption transmembranaire (TMCS), produit cristallisé phosphaté issu du traitement des concentrâts, produits formulés par mélange des précédents produits et de compost), pour évaluer et guider l'homologation ou la mise sur le marché et participer à l'évolution du contexte réglementaire sur les produits fertilisants renouvelables.



Filière de fractionnement des digestats en eau d'irrigation et fertilisants renouvelables pour une méthanisation durable

2. Eléments méthodologiques et programme de travail

La structuration et la répartition du programme scientifique en 6 lots sont présentées sur le diagramme ci-dessous.



3. Résultats attendus

Les résultats attendus seront de proposer un schéma d'économie circulaire sur l'utilisation de l'eau entre un site de valorisation des déchets et un site de production agricole. Les données obtenues permettront également de participer à l'évolution réglementaire sur les produits fertilisants renouvelables.

D'un point de vue économique, le projet permettra également le développement d'une nouvelle offre, proposée par NEREUS, pour extraire spécifiquement l'azote au travers de l'industrialisation à terme de contacteurs membranaires.

#18 - PotA-GE

Évaluer les potentialités de l'agroforesterie dans le Grand-Est de la France



Coordinateur : Nicolas MARRON, UMR Inra – Université de Lorraine, Ecologie et Ecophysiologie Forestières (EEF), nicolas.marron@inra.fr
Partenaires : UMR 1121 Inra – Université de Lorraine, Laboratoire Agronomie et Environnement (LAE) ; Chambre d'Agriculture de l'Aube ; Chambre d'Agriculture des Vosges
N° de contrat : 1703C0008
Date de début et durée en mois : 1^{er} octobre 2017, 36 mois
Ingénieur ADEME référent : Thomas EGLIN
Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

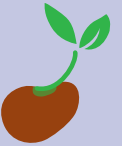
1. Contexte et objectifs du projet

Les intérêts potentiels du modèle de production agroforestier sont nombreux tant du point de vue de la production agricole que de la protection de l'environnement. En France, le modèle agroforestier intrigue les agriculteurs et les initiatives individuelles se multiplient sans que l'on ne sache les quantifier à l'heure actuelle.

Des indicateurs concrets des potentialités de développement du modèle agroforestier dans le grand quart nord-est de la France en termes de production, de certains services écosystémiques (régulation du climat par séquestration du carbone et effet albédo, régulation de la qualité

de l'eau, fertilité des sols) et de réduction des impacts environnementaux (flux de gaz à effet de serre, limitation de lixiviation des nitrates), ainsi que des performances socioéconomiques (difficultés et solutions techniques et rentabilité du système agroforestier) permettrait de mieux informer les agriculteurs et accompagner les initiatives.

Le projet PotA-GE se propose d'évaluer les potentialités de l'agroforesterie dans le Grand-Est (Alsace Champagne-Ardenne Lorraine) sur la base d'indicateurs biophysiques et socioéconomiques de façon à mieux accompagner l'essor de ces pratiques.



2. Éléments méthodologiques et programme de travail

L'impact de l'introduction d'arbres dans les parcelles agricoles de grande culture sera évalué à trois échelles : (1) une analyse fine des processus biophysiques sur le site pilote de la Bouzule (54) (mélanges peupliers / luzerne et aulnes / céréales), (2) une analyse fine d'un sous-groupe de processus à l'échelle parcellaire dans un premier cercle de plantations (se prêtant à la mise en place d'un plan d'expérience robuste) et (3) une évaluation agro-environnementale et socioéconomique de scénarios de déploiement à l'échelle de territoires d'étude.

Les indicateurs biophysiques étudiés seront de trois types : (1) agronomiques (croissance et production, compétition pour les ressources en eau et en lumière entre espèces) (tâche 2a), (2) de fonctionnement du sol (pools de carbone organique, capacité du sol à libérer des éléments minéraux via les processus de minéralisation de la matière organique) (tâche 2b) et (3) environnementaux (bilan hydrique, bilan radiatif, bilan des gaz à effet de serre, transferts de nitrates) (tâche 2c). Des enquêtes menées auprès des agriculteurs

régionaux permettront (1) d'identifier les pratiques agricoles et les verrous technico-économiques liés au développement des systèmes agroforestiers dans le Grand-Est (tâche 3a), (2) de dresser un bilan économique des systèmes de culture (tâche 3b) et finalement (3) d'évaluer des potentiels de développement et de biomasse produite à l'échelle régionale (tâche 3c). Les données biophysiques recueillies sur le site pilote et le 1er cercle de plantations en termes d'interactions entre espèces et de production de biomasse, couplées aux connaissances de la littérature (formalismes et représentation des processus), et les données socioéconomiques recueillies via les enquêtes en exploitations, permettront de développer et paramétrer la plateforme de modélisation MAELIA pour les systèmes agroforestiers (tâche 4a). Des simulations seront alors réalisées à l'échelle de territoires d'étude afin d'évaluer des scénarios de déploiement de l'agroforesterie dans la région (tâche 4b). Les résultats obtenus seront ensuite intégrés à la formation des futurs acteurs (tâche 5a) et diffusés auprès des acteurs actuels (tâche 5b).

3. Résultats attendus

La première sortie concrète du projet sera une cartographie exhaustive et une caractérisation des plantations agroforestières du Grand-Est (lot 1). Cet inventaire permettra dans un premier temps d'évaluer quelles sont les pratiques agroforestières les plus représentées actuellement, dans quelles conditions pédoclimatiques, qui sont les acteurs (agriculteurs, forestiers, industriels) qui mettent en pratique l'agroforesterie, etc.

En termes biophysiques, les résultats du lot 2 consisteront en des bilans (1) des flux de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote), (2) hydrologiques (lixiviation des nitrates), (3) radiatifs et (4) de quantité de carbone stocké dans la biomasse et le sol de la plantation agroforestière pilote en comparaison avec des monocultures agricoles et forestières équivalentes. Les résultats issus du premier cercle de plantations agroforestières de la région consisteront en une évaluation des bénéfices potentiels de l'agroforesterie en termes de renforcement des teneurs en matière organique et d'activité de minéralisation de la matière organique du sol et de gain de rendement par rapport aux monocultures à surfaces équivalentes.

En termes économiques et sociaux, les sorties du lot 3 seront une identification des verrous et des freins agronomiques éventuels au développement de l'agroforesterie dans la région, une évaluation de la marge nette de ces systèmes de culture et la caractérisation du potentiel de développement des pratiques agroforestières dans le Grand-Est de la France.

Les résultats issus du lot 2 permettront d'adapter la plateforme agronomique de modélisation et de simulation MAELIA (<http://maelia-platform.inra.fr/>) aux systèmes agroforestiers en y intégrant un module prenant en compte la production des arbres et les processus d'interactions entre espèces (compétition pour / partage des ressources en eau et en rayonnement), considérant les caractéristiques des espèces et pédoclimatiques des peuplements (tâche 4a). Ainsi adaptée, et en intégrant les résultats socioéconomiques du lot 3, la plateforme MAELIA permettra d'évaluer les conséquences liées à différents scénarios de déploiement des systèmes agroforestiers à l'échelle du territoire (tâche 4b). Enfin, le lot 5 a pour objectif de faire bénéficier aux étudiants et utilisateurs potentiels des résultats acquis par le projet en termes biophysiques et socioéconomiques. Cela sera réalisé au travers respectivement de la création de modules de formation qui seront intégrés dans les parcours locaux des Master, Licence, Écoles d'Ingénieurs, etc. ainsi que de l'organisation de journées d'informations à destination des agriculteurs, forestiers, industriels et tout public susceptible d'être intéressé par les pratiques de l'agroforesterie.

Le Comité Technique d'Agroforesterie du Grand-Est (invité aux réunions régulières du comité de pilotage de PotA-GE) ainsi que le RMT Agroforesterie seront sollicités pour participer à la diffusion des résultats auprès des membres des secteurs agricole et forestier et des scientifiques

#19 - BIOSAINE

Refonctionnalisation de sols biotraités en vue de la production d'une biomasse saine à vocation énergétique



Coordinateur : Séverin POUTREL, BURGEAP, s.poutrel@burgeap.fr
Partenaires : Université de Lorraine – GISFI, Microhumus, PROVADEMSE-INSAVALOR, SOL Paysage, Bio Eco Forests, Normandie Aménagement
N° de contrat : 1672C0007
Date de début et durée en mois : en cours de contractualisation, 48 mois
Ingénieur ADEME référent : Frédérique CADIÈRE
Direction Villes et Territoires Durables - Service Friches Urbaines et Sites Pollués

1. Contexte et objectifs du projet

La restauration des fonctions des sols dégradés par les activités industrielles est un enjeu de premier plan afin de permettre le recyclage foncier et la transition des sites d'une situation de handicap vers le développement de services écosystémiques. L'installation d'un couvert végétal et la production de biomasse à usage énergétique est un service potentiel rendu par des sites en attente de reconversion, à condition que cette biomasse satisfasse des niveaux de qualité énergétique et de concentrations en polluants qui pourraient être dispersés lors de la combustion.

L'objectif du projet BIOSAINE est double :

- Produire des connaissances pour refonctionnaliser des sols pollués d'un point de vue agronomique, afin qu'ils soient capables de produire une biomasse de qualité énergétique et sanitaire satisfaisante

- Comprendre les leviers d'action autour de l'aménageur pour valoriser énergétiquement et économiquement les disponibilités foncières en attente de mutation.

D'un point de vue scientifique, l'originalité de la démarche est d'identifier sur le site, mais aussi hors site, des ressources potentiellement utilisables pour mettre en place un système d'exploitation économiquement viable. Ce système d'économie circulaire et environnementale se fonde sur une reconnaissance de la valeur des matériaux terreux pollués en tant que nouvelles ressources grâce à un processus de dépollution par bioterre puis par phytoremédiation.

Avec l'objectif d'être déclinables sur d'autres sites, les résultats du projet BIOSAINE seront traduits dans un guide méthodologique en termes de recommandations pour la refonctionnalisation de sites pollués et dégradés.



2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Le projet s'appuie sur un ancien site sidérurgique en cours de réhabilitation d'une surface de 150 ha (SNM à Colombelles, banlieue de Caen), qui présente des contraintes majeures par rapport à l'installation d'un couvert végétal productif (propriétés agronomiques et pollutions des sols). Ce site est emblématique de nombreux sites en France.

Les travaux consisteront à reconstruire un sol dont les qualités agro-environnementales atteindront un double objectif de maîtrise de la biodisponibilité des polluants (en particulier métalliques) et de restauration de la fertilité au regard des besoins des cultures énergétiques sélectionnées. Pour ce travail de refonctionnalisation des sols, le projet s'intéressera aux verrous rencontrés par les aménageurs dans ces situations : contraintes techniques de qualité des sols, réglementaires liés à la gestion et au transport de terre entre différents sites, etc. La connaissance des ressources mobilisables sera nécessaire (excédents terreux, ressources organiques, ressources issues de processus de dépollution hors site...). Enfin, le projet s'attachera à démontrer la faisabilité de la valorisation énergétique de la biomasse par pyro-gazéification.

Le projet est ainsi structuré autour des tâches suivantes :

- Caractérisation des sols en place et terres disponibles, évaluation du potentiel de transfert du système biomasse
- Evaluation des filières locales d'approvisionnement en matières organiques et minérales résiduelles
- Caractérisation des matières premières secondaires pour valorisation en support biomasse des terres traitées par biotierre
- Essais sous serre de production de biomasse à portée énergétique (tests de phytotoxicité et en vases de végétation)
- Elaboration du cahier des charges pour essais sur le pilote de démonstration
- Essais sur pilote de démonstration
- Valorisation énergétique de la biomasse produite et maîtrise des enjeux environnementaux

3. Résultats attendus

Les résultats attendus du projet BIOSAINE sont de fournir les éléments scientifiques, techniques et socio-économiques nécessaires à la création d'une filière intégrant la production d'une biomasse propre à faible impact environnemental, et la production d'énergie propre :

- D'un point de vue scientifique et technique, le projet BioSaine émettra des recommandations pour la refonctionnalisation des sites pollués et dégradés : niveau de fertilité pour permettre la croissance de cultures énergétiques, contraintes liées à la composition en polluants, validation du non-transfert de ces polluants. Ce projet constituera un démonstrateur en vraie grandeur avec production de biomasse à valeur ajoutée paysagère à l'échelle du périmètre d'aménagement, utilisation d'un pilote semi-industriel de pyro-gazéification et qualification des performances de ce pilote pour le site.
- D'un point de vue opérationnel, l'équipe projet accompagnera l'aménageur en charge de la requalification du site, également partenaire du projet, pour inscrire le projet

dans son contexte territorial : aider la prise de décision des élus, répondre aux associations locales, accompagner les partenaires économiques des filières biomasse. L'assemblage de compétences des partenaires du projet se traduira par la définition d'une nouvelle offre de services couplant les métiers de la dépollution et de la phytoremédiation, du paysage, de la production agroforestière, de la production énergétique renouvelable et du projet urbain. Cette innovation de service s'appuie également sur les récentes recommandations de bonnes pratiques de l'Etat pour éviter les coûts de mise en décharge et l'aggravation du bilan carbone des opérations d'aménagement.

Le projet se veut ainsi la démonstration globale d'une réponse au besoin des aménageurs de friches industrielles pour redonner une fonction à ces sols dégradés, en vue d'une valorisation économique, en intégrant ces terrains dans le cadre d'une économie circulaire.

#20 - MISCHAR

Refonctionnalisation de sols multicontaminés au moyen d'un biochar de miscanthus : viabilité écologique et intérêt socio-économique de modes de gestion en milieux agricole et urbain



Coordinateurs : Francis DOUAY (ISA Lille) , francis.douay@yncrea.fr

et G. LEMOINE (EPF Nord-Pas de Calais) g.lemoine@epf-npdc.fr

Partenaires : ISA Lille - Yncréa Hauts-de-France (LGCgE-ISA et GRECAT), Université Lille 1 (LGCgE), INRA AgroParisTech (UMR SAD-APT équipe Proximités), Université Catholique de Louvain, Belgique (Groupe de Recherche en Physiologie Végétale), Etablissement Public Foncier Nord – Pas de Calais, Chambre Régionale d'Agriculture du Nord – Pas de Calais, Groupe Agriopale, EACM, Norenvert, Néo-Eco-développement, Team²

N° de contrat : 1672C0044

Date de début et durée en mois : 28 novembre 2016, 48 mois

Ingénieur ADEME référent : Frédérique CADIÈRE

Direction Villes et Territoires Durables - Service Friches Urbaines et Sites Pollués

Ce projet a été financé dans le cadre de l'appel à projet GESIPOL 2015



1. Contexte et objectifs du projet

La requalification des espaces dégradés tels que les friches industrielles et les alentours de sites industriels est un enjeu majeur en termes de gestion des sites et sols pollués. Dans le cadre du renouvellement urbain, il s'agit d'une part, de limiter l'expansion des zones urbaines au détriment des espaces agricoles et naturels périurbains et d'autre part, d'assurer un développement qui s'inscrit dans le concept de « ville durable ». Aux alentours d'industries métallurgiques, la non-conformité de productions agricoles pour l'alimentation, du fait de valeurs

excessives en éléments traces métalliques (ETM), amène la profession agricole à repenser les activités en valorisant leurs terres contaminées à des fins de productions non alimentaires. Parmi les méthodes de requalification des sols pollués, le phytomanagement est adapté à de vastes surfaces et peut aussi constituer une solution transitoire sur des espaces à forte pression foncière. Malgré des retours d'expérimentations encourageants, ce mode de gestion reste encore émergent sur les marchés de la gestion et de la dépollution des sols.



Refonctionnalisation de sols multicontaminés au moyen d'un biochar de miscanthus : viabilité écologique et intérêt socio-économique de modes de gestion en milieux agricole et urbain

Dans ce contexte, le projet MisChar propose de mettre en place des dispositifs expérimentaux visant à étudier l'intérêt d'un biochar issu de miscanthus comme amendement pour (1) améliorer la fonctionnalité de sols urbains et agricoles affectés par les activités industrielles passées et (2) réduire durablement la mobilité et la biodisponibilité des ETM et des polluants organiques présents (phytostabilisation et phyto/rhizodégradation assistées).

La démarche, qui implique un partenariat pluridisciplinaire, rassemble des universitaires, des institutionnels et des opérateurs. Elle s'inscrit dans le cadre d'une économie circulaire avec pour objectifs :

- d'acquérir des connaissances sur la viabilité écologique et l'intérêt socio-économique de modes de gestion de sols, agricoles et urbains, multicontaminés reposant sur l'amendement d'un biochar de miscanthus,

- de soutenir la production de biomasses non alimentaires sur des sols contaminés par des ETM, en proposant un nouveau débouché pour les cultures de *Miscanthus x giganteus* (production de biochar) et en évaluant une nouvelle filière (chanvre industriel) ;
- de développer des compétences et des filières de valorisation des espaces dégradés en réponse aux attentes des populations concernées et des acteurs économiques ;
- de mettre en place des démonstrateurs pour mieux connaître et promouvoir les modes de gestion des sols multicontaminés auprès des acteurs de territoires concernés.

2. Eléments méthodologiques et programme de travail

La démarche s'appuie sur deux sites localisés au cœur de l'ancien bassin minier du Nord – Pas de Calais, dans la région de Lens-Douai.

Le premier site correspond à un ancien bassin de décantation de Charbonnages de France transformé en décharge industrielle avec des dépôts d'hydrocarbures, d'huiles et de vidanges urbaines. D'une superficie de 3,2 ha, il se situe au pied d'un terail, dans une zone mixte présentant des zones résidentielles, industrielles et agricoles. A partir d'une étude floristique et phytocoenotique, et de déterminations analytiques sur les végétaux et les sols (horizons de surface et de profondeur), il sera précisé le degré de variabilité des paramètres bio-géochimiques des sols au droit du bassin et de leur degré de contamination. Les résultats attendus préciseront les modalités de mise en place des dispositifs expérimentaux, les espèces herbacées à étudier, la périodicité des suivis, le menu des déterminations analytiques...

Des placettes, dont les sols seront amendés avec du biochar, seront aménagées pour étudier les effets d'une végétation herbacée pionnière ou installée, voire sélectionnée en lien avec l'entretien du dispositif. Des placettes seront maintenues nues durant l'expérimentation pour évaluer l'influence du couvert végétal sur le comportement des polluants dans les sols amendés ou pas. Seront étudiés les effets de ces modes de gestion sur les paramètres physico-chimiques des

sols, le développement de la végétation, les communautés faunistiques et floristiques, le comportement des polluants, l'exposition des populations...

Le second site porte sur trois parcelles agricoles choisies aux alentours de l'ancienne fonderie de plomb Metaleurop Nord, selon un gradient de contamination des sols. Sur chacune des parcelles, deux plots seront définis et amendés ou pas avec du biochar. Le chanvre industriel cultivé en rotation avec du blé est le modèle végétal étudié. Seront plus spécifiquement évalués les effets du biochar sur les paramètres physico-chimiques des sols, les communautés faunistiques, le comportement et la qualité des cultures.

L'intérêt sociologique du phytomanagement appliqué sur la friche et les parcelles agricoles aux alentours de l'ancienne fonderie reposera sur des enquêtes auprès de différents acteurs qui défendent des projets de territoire en lien avec la nature, le développement durable ou le patrimoine culturel. Il s'agira de saisir les rôles assignés aux espaces urbains, péri-urbains et agricoles en mutation.

L'évaluation économique des modes de gestion et des filières étudiés impliquera plus particulièrement les acteurs (institutionnels, bureaux d'étude, entreprises).





#20 - MISCHAR

Refonctionnalisation de sols multicontaminés au moyen d'un biochar de miscanthus : viabilité écologique et intérêt socio-économique de modes de gestion en milieux agricole et urbain

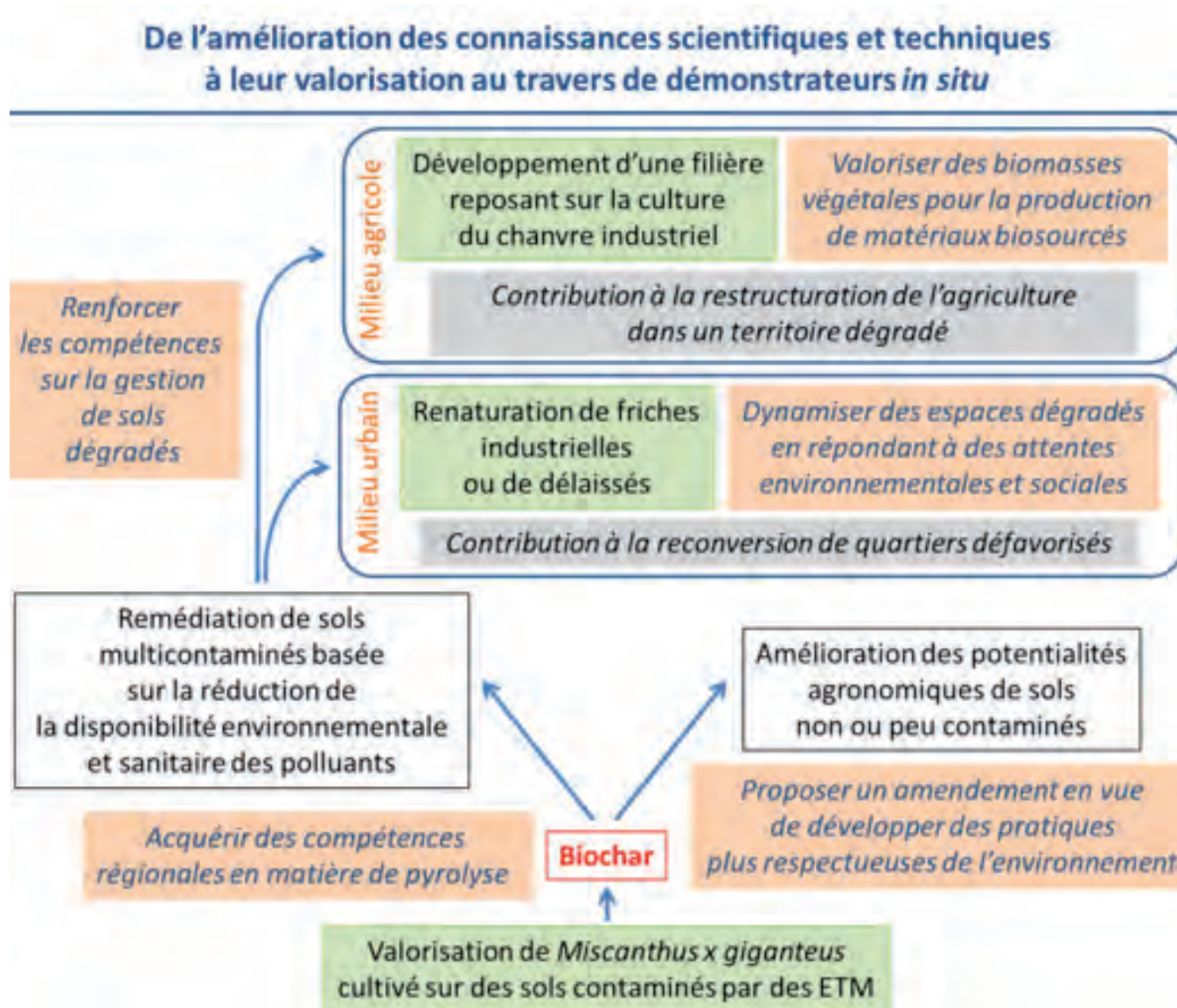
3. Résultats attendus

Le projet s'inscrit dans le cadre d'une recherche finalisée qui renforcera les connaissances scientifiques et techniques en vue de gérer, au moyen des phytotechnologies (phytostabilisation, phyto/rhizodégradation assistées), des sols contaminés par des activités industrielles passées.

En milieu urbain, il s'agira de contribuer à la fonctionnalisation des sols de la friche, ce qui implique une approche à différentes échelles pour intégrer les notions de paysage et de continuité écologique.

En milieu agricole, la démarche vise à accompagner une transition de production de denrées alimentaires pour lesquelles il existe une probabilité de non-conformité pour leur commercialisation vers une fourniture de biomasses végétales destinées à élaborer des matériaux biosourcés.

Les différents aspects du projet et les résultats attendus sont résumés par le schéma ci-dessous.





Refonctionnalisation de sols multicontaminés au moyen d'un biochar de miscanthus : viabilité écologique et intérêt socio-économique de modes de gestion en milieux agricole et urbain

Un des premiers résultats attendus vise à soutenir la production de miscanthus sur les sols agricoles du site atelier Metaleurop (SAFIR) en proposant un produit dérivé qui est le biochar, connu pour améliorer les potentialités agronomiques des sols et réduire la disponibilité environnementale des polluants métalliques et organiques. Ce choix de valorisation fournit l'opportunité d'acquérir régionalement des compétences en matière de pyrolyse (société Néo-Eco-Développement).

La mise en place de ce débouché nécessite toutefois de ne pas limiter la destination du biochar à la seule remédiation des sols dégradés. En effet, ce débouché est encore trop restreint au regard du marché de la remédiation des sols contaminés. En revanche, les qualités que présente le biochar en termes d'amélioration des potentialités agronomiques des sols pourraient être exploitées en développant une offre commerciale à destination de certains secteurs, complémentaires à l'agriculture traditionnelle, tels que les maraîchers biologiques, les entreprises d'entretien d'espaces verts, les collectivités, les jardiniers amateurs... Parmi les partenaires, ceci intéresse plus particulièrement la Chambre Régionale d'Agriculture, les sociétés Agriopale et Norenvert. En proposant d'étudier l'intérêt du biochar de miscanthus appliqué sur des sols multicontaminés, le projet vise à développer des compétences en termes de gestion des espaces dégradés avec des finalités et des résultats attendus qui diffèrent selon les milieux.

Sur la friche industrielle de Mazingarbe, les éléments de réponse apportés porteront plus spécifiquement sur :

- les effets des modes de gestion sur le comportement des polluants dans les sols et la réduction des dangers ;
- le choix des espèces végétales et écotypes répondant au mieux aux objectifs de stabilisation des ETM et/ ou de dégradation des polluants organiques (HAP, hydrocarbures) ;
- la possibilité d'utiliser des espèces herbacées présentes sur ces milieux et qui pourraient avoir développé des mécanismes pour remédier les sols de ces milieux ;
- la restauration d'une biodiversité fonctionnelle dans les sols de friches ;
- le rôle que pourraient jouer les friches renaturées dans la continuité écologique des éléments de l'éco-paysage ;

- l'impact social des mesures de phytomanagement, en particulier par les liens à mettre en place avec les pratiques existantes du territoire, l'imaginaire culturel lié à la nature en ville (espaces récréatifs, de ressourcement, vivriers...) et les modes d'évaluation des mesures techniques de gestion des pollutions ;
- les coûts / bénéfices des modes de gestion étudiés, l'acceptabilité économique face aux risques et aux incertitudes, la perception les acteurs (collectivités, institutions, gestionnaires des sites, population, associations, bureaux d'études, entreprises spécialisées dans l'entretien des espaces verts...) de la valeur des friches remédiées ou pas ;
- les politiques publiques (modèles de développement, coûts).

Au travers de l'évaluation du chanvre industriel comme nouvelle filière agricole, il s'agit de contribuer à la reconversion de l'agriculture sur le site atelier Metaleurop mais aussi, de répondre à la demande de biomasses pour élaborer des matériaux biosourcés. Les éléments de réponse incluront plus particulièrement :

- les effets du biochar sur la disponibilité des polluants dans les sols et leur accumulation dans les organes aériens du chanvre (et du blé cultivé en alternance) ;
- le rôle que pourrait jouer le silicium apporté par le biochar sur les stratégies de réponse du chanvre et la qualité des tiges destinées à être valorisées ;
- l'influence potentielle des métaux sur le rouissage du chanvre et effet du rouissage sur le retour éventuel de métaux au sol ;
- les coûts / bénéfices de la culture dans le contexte étudié ;
- la perception sociale et économique (collectivités, institutions, gestionnaires de sites, population, profession agricole, associations, industriels...) du mode de gestion face à l'avenir de l'agriculture sur un site fortement dégradé ;
- les verrous potentiels à lever en termes de production et de commercialisation du chanvre industriel et les moyens à mettre en œuvre pour les lever.

#21 - PHYTEO

Phytostabilization and Essential Oil

La production d'huiles essentielles : une filière éco-innovante de reconversion des sols historiquement pollués



Coordinateurs : Anissa LOUNES-HADJ SAHRAOUI (lounes@univ-littoral.fr) et Joël FONTAINE (fontaine@univ-littoral.fr), Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO), Unité de Chimie Environnementale et Interactions sur le Vivant (UCEIV)

Partenaires : Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO – Laboratoire Territoires, Villes, Environnement et Société TVES), INERIS (Pôle « risque et technologies durables » (RISK) - Unité TPPD « Technologies et Procédés Propres et Durables » (TPPD), Unité « Impact sanitaire et expositions » (ISAE)), Société FERRANT PHE, Direction Régionale de l'Alimentation, l'Agriculture et la Forêt Hauts de France (DRAAF), Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais, Association « Agriculture enjeux de territoire »

N° de contrat : 1772C0020

Date de début et durée en mois : en cours de contractualisation, 39 mois

Ingénieur ADEME référent : Frédérique CADIÈRE

Direction Villes et Territoires Durables - Service Friches Urbaines et Sites Pollués

1. Contexte et objectifs du projet

Dans un contexte de forte pression démographique et de raréfaction des sols, la requalification des sites et sols pollués, en milieu rural et urbain, représente un enjeu présent et futur pour la santé humaine et pour la préservation de l'environnement. Parmi les méthodes émergentes sur les marchés du traitement et de la gestion des sites et sols pollués, la phytostabilisation aidée est présentée comme pouvant d'une part, contrôler les flux de polluants dans l'écosystème Sol-Plante et d'autre part, rétablir une dynamique permettant aux sols pollués de récupérer les niveaux de fonctionnalité historique en favorisant leur résilience. Cependant, la rentabilité socio-économique de ce mode de gestion constitue l'un des principaux freins à

son développement. La valorisation de produits biosourcés, à hautes valeurs ajoutées, issus de la biomasse végétale produite sur des parcelles contaminées permettrait d'abaisser les coûts globaux de gestion et de requalification des sols pollués et de redonner un intérêt économique à des terres agricoles délaissées tout en répondant aux attentes environnementales, économiques et sociales. Jusqu'à présent, les principales filières de valorisation de la phytomasse produite sur sols pollués, étudiées dans le cadre de plusieurs programmes de recherche ont porté sur la production énergétique (combustion, pyrolyse, torréfaction, méthanisation). Le projet PhytEO a pour objectif de proposer une nouvelle filière de valorisation



non alimentaire de la biomasse végétale produite sur des sols agricoles contaminés par des éléments traces métalliques (ETM) sur le site atelier de Metaleurop.

Il s'agit d'évaluer la viabilité technique et socio-économique d'un mode de gestion innovant, basé sur la phytostabilisation des ETM et la production d'huiles essentielles (HE) présentant des activités biologiques à partir de plantes à parfums aromatiques et médicinales (PPAM) cultivées sur des parcelles expérimentales de sols agricoles historiquement contaminés par les ETM (angélique, sauge, coriandre). Ce projet s'appuiera sur une collaboration avec un partenaire privé localisé en Région Hauts-de-France, la société Ferrant PHE, producteur d'HE depuis une vingtaine d'années. Dans le cadre de ce projet, les défis sont multiples. Il s'agira de lever différents verrous scientifiques et technologiques dont :

- la mise en œuvre de 4ha (2 ha de sol contaminé et 2 ha de sol témoin non contaminé) d'essais in situ de PPAM (angélique, sauge et coriandre) pour démontrer l'intérêt d'utiliser des espèces végétales productrices d'HE dans une stratégie de phytostabilisation aidée

- l'investigation de l'intérêt des amendements biologique et éventuellement chimique dans la croissance des PPAM et l'amélioration de la qualité des HE et du processus de phytostabilisation
- la réalisation d'un extracteur pilote des HE à partir de la phytomasse récoltée
- l'évaluation de la composition et de la qualité des HE extraites à partir de la biomasse végétale produite sur sols contaminés par les ETM
- la détermination des activités biocides, anti-inflammatoires et anti-oxydantes potentielles des HE libres ou encapsulées.
- la proposition de trois filières de valorisation des résidus de biomasse issus du procédé d'extraction des HE en fonction de leur degré de contamination par les ETM (méthanisation, combustion, compostage)
- l'évaluation technico-économique du concept
- l'étude de l'acceptabilité sociale de la filière HE extraites à partir de la biomasse végétale produite sur des sols pollués

2. Eléments méthodologiques et programme de travail

Deux parcelles expérimentales d'environ 2 ha chacune, l'une témoin (mise à disposition par la société Ferrant PHE) située à Rodelinghem dont les sols présentent des concentrations comparables à la gamme de bruit de fond géochimique de sols agricoles (base de données ASPITET de l'INRA) et une autre située dans la zone 3 du périmètre pollué du site de Metaleurop (Coordonnées GPS: 3°02'25.5" , 50°25'55.5") défini dans l'arrêté du 29 mai 2015 et soumis à un encadrement sanitaire des productions agricoles seront utilisées lors de la conduite du projet PhytEO. La parcelle contaminée située au nord-ouest de l'ancienne fonderie se place dans un niveau de contamination plutôt élevé de la zone 3 du périmètre, (7 ppm de Cd, 376 ppm de Pb et 429 ppm de Zn en 2010, source : ISA).

- Mise en place du dispositif expérimental in situ, échantillonnage, caractérisation des parcelles expérimentales contaminée et témoin

- Semi et suivi de l'installation des plantes (angélique, sauge, coriandre) et de la production de biomasse végétale
- Montage d'un extracteur pilote, essais d'extraction des HE, vérification de la qualité des HE et des résidus de distillation
- Proposition de trois filières de valorisation des résidus de biomasse issus du procédé d'extraction des HE en fonction de leur degré de contamination par les ETM (méthanisation, combustion, compostage)
- Evaluation de l'efficacité de la phytostabilisation aidée
- Etude des propriétés biologiques des HE (biocides, antioxydantes et anti-inflammatoires) seules ou encapsulées dans des cyclodextrines
- Etude de la viabilité technico-économique et de l'acceptabilité de la filière « production d'HE sur sols pollués »

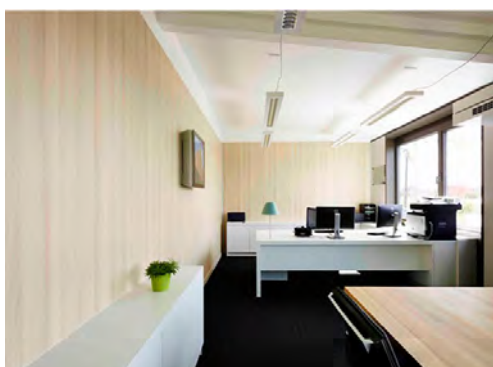
3. Résultats attendus

Les résultats attendus à l'issue de ce projet sont la vérification du bienfondé, de la viabilité technico-économique et de l'acceptabilité de ce mode de gestion. Il s'agira de proposer des recommandations technologiques et organisationnelles concernant une technique de requalification durable à des prescripteurs et des donneurs d'ordre en charge de la gestion des sites et des sols contaminés par les ETM. Les produits finaux attendus à l'issue du projet sont (i) la pérennisation de l'agriculture locale en proposant aux agriculteurs, pénalisés par la contamination de leurs terres, le maintien d'une

activité agricole viable à partir de productions végétales non alimentaires; (ii) la démonstration en conditions expérimentales in situ de la faisabilité et de l'intérêt de cette filière et (iii) la proposition de solutions techniques, technologiques ou organisationnelles aux différents acteurs en charge de la gestion des sites et sols pollués. En résumé, La finalité d'un tel projet est la proposition d'une filière de valorisation non alimentaire de la phytomasse produite sur sols contaminés par les ETM respectant les critères de durabilité environnementale et s'inscrivant dans les principes d'une économie circulaire.

#22 - PHYTOFIBER

Valorisation de fibres végétales issues de biomasses produites sur sols contaminés



Coordinateur : Michael LECOURT, FCBA InTechFibres, michael.lecourt@fcba.fr
Partenaires : Laboratoire Chrono-Environnement ; Laboratoire FEMTO-ST ; UNILIN SAS
N° de contrat : 1672C0024, 1772C0017 et 1772C0019
Date de début et durée en mois : août 2017, 36 mois
Ingénieur ADEME référent : Frédérique CADIÈRE
Direction Villes et Territoires Durables - Service Friches Urbaines et Sites Pollués

1. Contexte et objectifs du projet

La contamination des terres constitue une menace pour la durabilité des usages des sols, et peut conduire à des problèmes écologiques graves en affectant négativement les organismes vivants (plantes, animaux, micro-organismes) et donc les écosystèmes. Le phytomanagement, qui regroupe un ensemble de techniques utilisant des espèces végétales pour extraire, contenir ou dégrader des polluants inorganiques ou organiques apparaît comme une solution de réhabilitation des sols contaminés : les végétaux cultivés contribuent à la résilience de l'écosystème en agissant comme réservoir et activateur de biodiversité.

L'objectif de PHYTOFIBER est le déploiement d'une filière de valorisation de biomasses issues de sols pollués, axée sur la production de produits manufacturés à base de fibres végétales.

Des valorisations de biomasses issues de phytomanagement, autre que la bioénergie, sont proposées : composites pour les fibres longues de plantes annuelles et panneaux de fibres ou de particules pour les parties lignocellulosiques de l'ortie et des arbres. Ces deux axes de valorisations sont une opportunité pour ces filières, non compétitives, de disposer d'une source de matières premières originale, issues de surfaces non exploitées à ce jour et dont la compatibilité avec les procédés envisagés est à valider.



2. Éléments méthodologiques et programme de travail

A partir des arbres issus des parcelles polluées, plusieurs solutions de valorisation, déjà existantes et utilisatrices de bois de trituration, seront considérées : panneaux à base de bois et pâtes pour papier, valorisation des molécules présentes dans les écorces, ou mobilisables dans le bois avant transformation afin d'évaluer le potentiel de ces biomasses dans un concept de bioraffinerie. Les produits manufacturés ou extraits permettront de favoriser l'économie de proximité, de compléter les besoins de bois forestier, de stocker le carbone et de diversifier les sources d'approvisionnement en bois de trituration des usines.

La deuxième valorisation considérée dans PHYTOFIBER est l'exploitation des orties, ressource annuelle présente en masse sur les parcelles de phytomanagement et dont le potentiel de valorisation est peu maîtrisé. Des bio-composites à partir de ces fibres cellulósiques seront produits. De plus, l'ortie permet d'envisager un second axe de valorisation grâce à l'utilisation des anas. Ainsi, ces sous-produits seront introduits comme matière première secondaire dans des panneaux de process.

3. Résultats attendus

La phyto-stabilisation des sols et de valorisation des biomasses présente des intérêts notables en termes environnementaux et sociétaux

PHYTOFIBER permettra l'évaluation des coûts et bénéfices d'un tel procédé et de les comparer aux voies classiques d'approvisionnement afin d'en faire émerger les avantages.

La valorisation des biomasses ligneuse et herbacée sera évaluée selon leurs caractéristiques physico-chimiques et leur définition réglementaire. Des contraintes existent en termes de composition chimique ou de performances. Il s'agira donc de recueillir et chiffrer les valeurs limites

tolérables, notamment en métaux, pour valider la compatibilité des biomasses avec les applications envisagées. Les performances techniques des produits après transformation seront évaluées et comparées aux attentes du marché.

Ainsi, il sera possible de déterminer les débouchés les plus prometteurs (biomatériaux, pâtes à papier, panneaux, énergie, chimie) en prenant en compte les impacts économiques positifs attendus, sociaux et sociétaux, évalués par une même démarche comparative.

#23 - SUPRA

Sols urbains et projets d'aménagement de l'échantillonnage des sols à l'outil d'aide à la décision d'affectation des sols



Coordinateur : Christophe Schwartz

Laboratoire Sols et Environnement, UMR 1120 Université de Lorraine-Inra christophe.schwartz@univ-lorraine.fr

Partenaires : BRGM - Direction Régionale des Pays de la Loire et Direction Eau, Environnement & Ecotechnologies

Infosol - INRA, LSE, UMR 1120 Université de Lorraine-Inra, Institut d'Urbanisme et d'Aménagement Régional

Aix-Marseille (associé au LSE), ARMINES, MinesParisTech - Centre de Géosciences - Equipe Géostatistiques

UPSP Ephor - Agrocampus Ouest Campus d'Angers

N° de contrat : 1772C0021

Date de début et durée en mois : octobre 2017, 36 mois

Ingénieur ADEME référent : Hélène ROUSSEL

Direction Villes et Territoires Durables - Service Friches Urbaines et Sites Pollués



1. Contexte et objectifs du projet

Jusqu'à ces dernières années, les sols des territoires fortement anthropisés ne faisaient pas l'objet d'investigations détaillées, en dehors des risques environnementaux et des contraintes géotechniques qu'ils pouvaient générer. Dans un contexte de forte expansion urbaine où plus de 70% de la population française s'est massivement concentrée dans les villes et leurs périphéries, les besoins en ressources et les contraintes sur la qualité de vie sont croissantes. En effet, au-delà des enjeux environnementaux globaux, les milieux urbains doivent faire face à des enjeux spécifiques : autonomie alimentaire, phénomène d'îlot de chaleur urbain, qualité de l'air, gestion des eaux urbaines, réservoir de biodiversité.

Si les aménagements mis en place dans le cadre de la construction et du développement des villes peuvent contribuer à y répondre, les services écosystémiques rendus par les sols et la végétation apparaissent également indispensables à la viabilité des sociétés humaines. L'essentiel de la planification et de l'urbanisme français continue en effet à penser les sols urbains en deux dimensions, sans épaisseur. Ainsi, dans leur dimension foncière, ils sont surtout régis par un droit foncier qui régit leurs affectations (Lambert-Habib, 2006). Les pièces graphiques de zonage des Plan Locaux d'Urbanisme (PLU) restent, à ce titre, les pièces maîtresses de l'urbanisme actuel mais sans tenir compte des potentialités des sols.

Au sein de l'écosystème urbain, le sol urbain, en perpétuelle évolution, est non seulement le support des diverses activités de l'Homme, mais il remplit aussi de nombreuses fonctions qui garantissent notamment (i) le cycle de l'eau (filtration, infiltration, évaporation), (ii) la production de biomasse à vocation alimentaire, esthétique ou de loisir (iii) un habitat pour la biodiversité. De fait, la multifonctionnalité des sols urbains tend progressivement à être reconnue par la Loi mais l'appropriation de ce cadre juridique en mutation par les acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire reste néanmoins ponctuelle et peu visible.

Le projet de recherche finalisée SUPRA se destine à répondre à trois principaux objectifs scientifiques et techniques à hautes visées environnementales permettant la gestion performante de l'écosystème urbain :

- éclairer par une approche novatrice et pluridisciplinaire (géosciences, pédologie, agronomie urbaine, cartographie, urbanisme, aménagement du territoire) la connaissance des sols urbains et la définition d'un référentiel commun d'indicateurs de qualité de ces sols, en lien avec les services écosystémiques attendus. Il s'agit en particulier d'aller au-delà d'une prise en compte quasi exclusive de la contamination potentielle et des propriétés mécaniques des sols en y ajoutant, dans un objectif de diagnostic intégré de la qualité des sols, des indicateurs de fertilité,
- mettre en place des bases de données géoréférencées inter-opérables de qualité des sols urbains, puis établir des réseaux de mesures de la qualité de ces sols, dans une logique d'observatoire,
- évaluer les potentialités de production de la ville en différents types de biomasses à vocation alimentaire ou non, à l'échelle de trois aires métropolitaines pilotes réparties sur le territoire national. Le raisonnement de cette évaluation intégrera des données de surfaces disponibles, de fertilité des sols et de rendements escomptés en fonction de contextes pédo-climatiques contrastés.

En réponse à une demande opérationnelle, l'ensemble des travaux trouvera naturellement une application dans le développement d'un outil d'aide à la décision à destination des aménageurs et non disponible actuellement.

Enfin, un objectif transversal du projet est d'initier et d'animer le réseau des acteurs majeurs de la connaissance et de la gestion des sols urbains en France afin de profiter d'une approche intégrée et de créer les conditions du développement de projets futurs. Ce groupe de travail national veillera à garder une connexion internationale, en particulier avec le groupe Suitma - Soils of Urban, Industrial, Traffic, Mining and Military Areas (International Union of Soil Sciences - IUSS).





#23 - SUPRA

Sols urbains et projets d'aménagement
de l'échantillonnage des sols à l'outil d'aide à la décision d'affectation des sols

2. Eléments méthodologiques et programme de travail

Le programme scientifique du projet SUPRA est organisé autour d'un unique lot organisé en 6 tâches complémentaires :

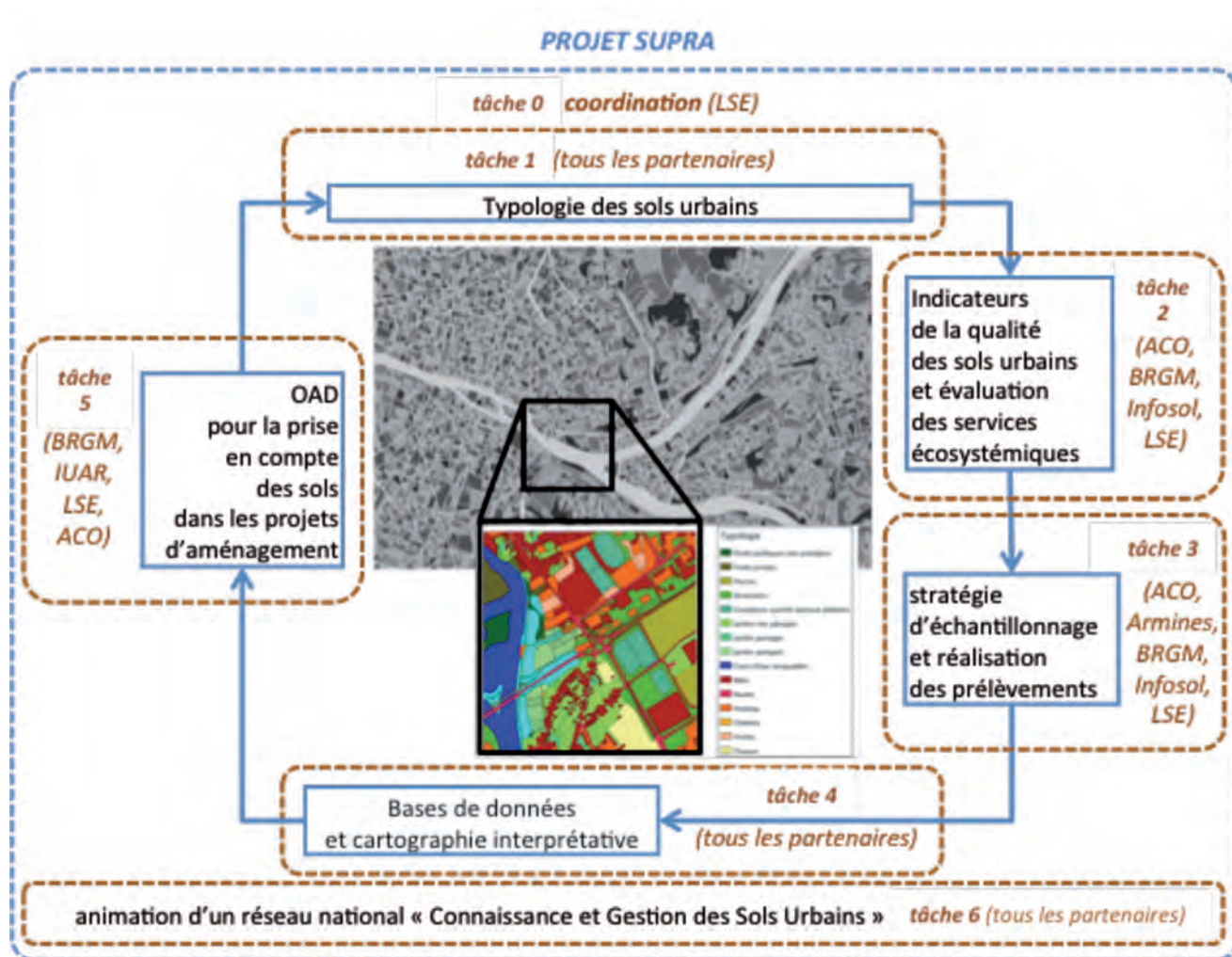


Figure 1. Organisation du projet de recherche SUPRA en 6 tâches complémentaires



3. Résultats attendus

Les résultats attendus du projet de recherche finalisée SUPRA concernent à la fois (i) l'acquisition de connaissances scientifiques sur l'environnement urbain sous l'angle des sols urbains et de leur capacité à être le support de biomasses et (ii) l'amélioration des performances de gestion de l'écosystème urbain via une meilleure prise en compte des sols dans les projets d'aménagement. Les résultats scientifiques attendus apporteront des réponses aux trois principaux objectifs décrits plus haut.

Des résultats opérationnels sont également attendus avec le développement d'un outil d'aide à la décision (OAD) à destination des aménageurs. Celui-ci aura la forme d'un outil web. Il permettra, à partir de données de diagnostic de qualité des sols d'un site faisant l'objet d'un projet d'aménagement, de proposer les usages envisageables, en particulier pour les productions de biomasse, et de formuler des recommandations sur une utilisation optimale de la couverture pédologique urbaine et péri-urbaine en termes de services écosystémiques rendus.

Cet OAD devra permettre à un gestionnaire de sites urbains - potentiellement accompagné par un opérateur de la gestion des villes - de mieux prendre en compte les sols dans les projets d'aménagement en considérant à la fois ses attentes et les contraintes environnementales et économiques liées au site. L'outil intégrera un ensemble de modules dont le fonctionnement fera l'objet des travaux de SUPRA. Ils auront comme particularité de pouvoir être progressivement implémentés sur la base de résultats acquis sur sites. Au-delà, des mises à jour seront prévues pour intégrer dans les bases de données les résultats de projets à venir. La stratégie de SUPRA est donc bien de traduire les résultats scientifiques acquis sous la forme d'un outil, simple dans sa formulation, libre d'accès et prêt à l'emploi par les acteurs de l'aménagement. Le bénéfice environnemental principal en sera alors de mieux gérer la couverture pédologique urbaine et par là même de préserver en particulier les sols agricoles.

L'aspect novateur de la recherche finalisée menée dans SUPRA ouvre également le champ du développement de nouvelles activités et d'emplois en lien avec la gestion et la valorisation des sols et des biomasses urbaines. De plus, rarement associé dans la littérature à la production de services écosystémiques, tels que les services culturels, le sol urbain y participe pourtant

en produisant par exemple de la végétation, dont la présence en ville n'a pas que des vertus écologiques et économiques d'approvisionnement en biomasses, mais aussi des vertus culturelles, sociales, médicales, voire psychologiques. Les sols urbains végétalisés produisent alors des fonctions et des services qui répondent aux attentes sociales des usagers de la ville. Cet aspect sera traité à plus moyen terme.

Sur le plan de la normalisation, les méthodes de caractérisation des sols urbains méritent d'être réfléchies et développées de manière spécifique, eu égard aux particularités de constitution et d'évolution de la couverture pédologique urbaine. Une sortie du projet SUPRA sera alors de diffuser les résultats vers les comités de normalisation, en particulier via le groupe national Sols Urbains envisagés dans la tâche 6 du projet. Les avancées en normalisation seraient alors également un levier pour faire évoluer la législation. En France, par comparaison avec certains pays européens, il réside en effet une faible prise en compte de la problématique « sol » dans les textes législatifs. Si la loi de la biodiversité reconnaît depuis peu les sols comme patrimoine commun de la nation, les sols sur le territoire français et en particulier les sols urbains, ne disposent d'à peu près aucun dispositif pour assurer leur protection.

Enfin, un bénéfice du projet sera d'avoir généré et consolidé un réseau des acteurs majeurs de la connaissance et de la gestion des sols urbains en France afin de profiter d'une approche intégrée et de créer les conditions du développement de projets futurs. Ce groupe de travail national s'intégrera dans les réflexions nationales telles le Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires et le nouveau Réseau National d'Expertise Scientifique et Technique sur les sols et internationales, en particulier avec le groupe Suitma - Soils of Urban, Industrial, Traffic, Mining and Military Areas (International Union of Soil Sciences - IUSS).



#24 - AF FILIERES

Analyse des flux des filières biomasse pour des stratégies régionales de bioéconomie



Coordinateur : Jean-Yves COURTONNE, INRIA, jean-yves.courtonne@inria.fr

Partenaires : Equipe STEEP, INRIA,

Auvergne-Rhône-Alpes Energie Environnement (AURA-EE),

Laboratoire d'Economie Forestière (LEF, INRA/AgroParisTech).

N° de contrat : 1703C0003

Date de début et durée en mois : 1^{er} septembre 2017, 26 mois

Ingénieur ADEME référent : Marc BARDINAL

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

La biomasse est aujourd'hui au carrefour de plusieurs stratégies de politiques publiques nationales ayant vocation à être déclinées dans les régions, telles que le Plan National de la Forêt et du Bois, la Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse, et la Stratégie Nationale pour la Bioéconomie.

Le projet AF Filières vise en premier lieu à fournir aux régions françaises un outil de gestion durable des filières biomasse (filières forêt-bois, agricoles et alimentaires), cohérent avec la vision nationale, à travers l'analyse systématique des flux de

matières qu'elles mobilisent mais également des pressions sur l'environnement, chaînes de valeur et emplois associés.

Dans un second temps, il a pour but d'améliorer les connaissances sur les enjeux énergétiques liés aux filières biomasse en Auvergne-Rhône-Alpes en détaillant qualitativement et quantitativement le bilan régional issu de la première phase.



2. Éléments méthodologiques et programme de travail

L'outil proposé se base sur une méthodologie dont la faisabilité a déjà été testée sur la filière céréales et la filière forêt-bois. L'objectif est ici de partager, étendre et adapter cette méthodologie pour mieux répondre aux besoins des régions. La méthode consiste, pour une filière donnée, à modéliser au niveau national les flux inter-industries et de commerce international de matières premières et produits transformés, puis à décliner l'analyse au niveau de toutes les régions.

Elle mobilise pour cela des techniques systématiques de réconciliation de données et de descente d'échelle. L'estimation d'incertitudes sous forme d'intervalles de confiance permet de ne pas surinterpréter les résultats, et de pointer le cas échéant les manques de connaissance les plus pénalisants. Le rendu sous forme de diagrammes de Sankey, qui fournissent une image globale et synthétique des flux, peut servir de base à des discussions entre acteurs puis à des approfondissements. Parmi ceux-ci, le projet s'attachera d'une part à l'estimation de certaines pressions sur l'environnement générées par les filières (par exemple, consommation d'énergie, émissions de GES etc.) et d'autre part à l'estimation des chaînes de valeur et emplois liés aux flux de matières.

L'objectif de la seconde phase est de montrer comment cet outil peut servir de base à des études locales qualitativement et/ou quantitativement plus poussées. Nous nous focaliserons sur les enjeux énergétiques des filières biomasse en Auvergne-Rhône-Alpes. Des entretiens sur le terrain permettront de mieux cerner le fonctionnement des filières et de collecter de nouvelles données.

Une adaptation de la méthodologie d'analyse de flux sur le territoire du Parc Naturel Régional des Bauges sera testée. Plus globalement, l'opportunité d'utiliser les diagrammes de flux comme outils de suivi et de pérennisation du Schéma Régional Biomasse sera analysée au vu des enjeux de collecte, traitement et restitution des données.

3. Résultats attendus

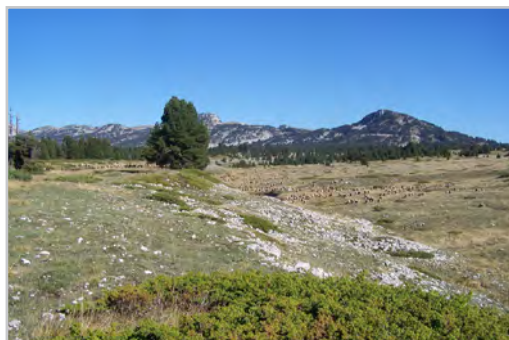
AF Filières vise à améliorer les connaissances des flux des filières biomasse et à proposer des outils pour centraliser les données collectées et les mettre en cohérence à la fois au sein d'une région, entre régions (comparabilité) et entre le niveau régional et national. Les principaux résultats attendus sont les suivants :

- Une analyse des flux de matières (AFM) mobilisés par les filières forêt-bois et agro-alimentaires au niveau de la France et des 13 régions.
- Une mise en relation de ces flux avec des indicateurs socio-économiques et environnementaux.
- Une analyse quantitativement et qualitativement plus détaillée sur les enjeux énergétiques liés à ces filières en région Auvergne-Rhône-Alpes, avec un focus particulier sur le Parc Naturel Régional des Bauges.
- Un outil informatique multi-plateformes permettant de réaliser, visualiser et mettre à jour les AFM de filières.



#25 - BOAT

Quelles formes de gestion et valorisation des différentes biomasses d'origine agricole à l'échelle de territoires : entre cloisonnement, concurrence ou intégration ?



*Coordinateur : Philippe LESCOAT, UMR SADAPT AgroParisTech
philippe.lescoat@agroparistech.fr*

*Partenaires : IRSTEA DTM Grenoble, UMR PACTE UGA Grenoble,
UMR CNRS 6281 UTT Troyes*

N° de contrat : 1703C0004

Date de début et durée en mois : 1^{er} juillet 2017, 36 mois

Ingénieur ADEME référent : Marc BARDINAL

Direction Productions et Énergies Durables - Service Forêts, Alimentation, Bio-économie

1. Contexte et objectifs du projet

Dans le cadre de la transition écologique des systèmes de productions agricoles et étant donnée le contexte de changement global, la problématique des dynamiques des ressources utilisées, valorisées et/ou issues du monde agricole est une question clé à instruire. Ainsi en s'intéressant à la gestion et la valorisation de la biomasse d'origine agricole (BOA), le projet de recherche BOAT s'empare d'un enjeu d'action publique majeur, faisant l'objet actuellement de plusieurs stratégies nationales, et nécessitant des déclinaisons territoriales. Il s'agit également d'un objet de recherche à la croisée des disciplines. En effet, la BOA fait référence à de la matière organique d'origine végétale ou animale (répondant ainsi à des lois biophysiques), mais produite par l'action de l'homme (répondant à des comportements d'ordre socio-économique). Cet enchevêtrement du système socio-économique et de l'agroécosystème qui soutient l'existence

de la BOA, appelle en retour un développement d'approches systémiques intégrées. Il s'agit là tout à la fois d'une nécessité prospective, afin de guider l'effort de planification politique dans un effort de transition et dans un contexte de potentielle rareté des ressources, et d'une nécessité scientifique afin d'appréhender et de comprendre la nature et modalités de gestion et de valorisation de la BOA. Plus encore, le projet BOAT s'écarte des échelles nationales ou régionales pour leur préférer l'échelle territoriale, mieux à même de rendre compte du poids de l'ancrage géographique des agroécosystèmes et plus proche des communautés d'acteurs qui gèrent et valorisent la BOA. En ce sens, le projet BOAT admet le postulat qu'une meilleure compréhension des enjeux relatifs à la BOA est possible au travers d'une approche territoriale et la conception d'outils méthodologiques adaptés à une approche systémique intégrée.



Quelles formes de gestion et valorisation des différentes biomasses d'origine agricole à l'échelle de territoires : entre cloisonnement, concurrence ou intégration ?

2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Les domaines scientifiques concernés sont ceux de l'écologie territoriale, de l'évaluation environnementale et économique, des sciences agronomiques.

Le projet se base sur trois tâches de recherche : une tâche de caractérisation des BOA et filières associées, une tâche de mesure des empreintes énergétiques, environnementales et socio-économiques, et une tâche de prospective territoriale, en co-construction avec les acteurs des terrains étudiés, en plus d'une tâche de coordination et une tâche de valorisation des travaux menés. Ces tâches feront appel à la fois à des approches biophysiques et socio-économiques, et à des approches quantitatives et qualitatives.

Ainsi à côté de représentations des flux par des méthodes de type métabolisme territorial, une présentation des réseaux d'acteurs impliqués sera construite, les deux réseaux de flux

et d'acteurs étant analysés conjointement. A titre d'exemple, il s'agira de porter des regards circonstanciés sur les données quantitatives à l'aune des réseaux d'acteurs gérant les données concernées.

La méthodologie sera mise en œuvre sur deux territoires infra-départementaux. Pour ce faire, l'équipe de recherche bénéficie du soutien de deux territoires candidats à la réalisation d'études de cas, le « Val de Drôme » et l'« Aube rural sans les vignes et les plantations pérennes ». Les deux territoires ont l'avantage d'être marqués par des contrastes, le second étant particulièrement concurrentiel et orienté sur quelques filières spécialisées et ouvertes à l'exportation, le premier présentant une économie moins concurrentielle, plus diversifiée sur ses filières et débouchés.

3. Résultats attendus

L'originalité du projet BOAT repose sur l'ambition de développer des outils et méthodes permettant de donner corps à une approche systémique intégrée, combinant un suivi des flux de matière et d'énergie au suivi de flux économiques, associant les jeux d'acteurs aux modalités de gestion et de valorisation de la BOA, observant l'organisation des filières et de leurs relations, et le tout en évaluant les externalités tant énergétique, qu'environnementale ou économique.

Néanmoins, de nombreux choix de simplification, en interaction entre les acteurs de terrains et le groupe de chercheurs, devront être faits pour atteindre une certaine opérationnalité. Ils visent également à accompagner les acteurs des deux territoires pour penser le devenir de la production et des usages de la BOA, et construire des perspectives durables, via une prospective territoriale. Cette

dernière est basée sur le diagnostic (réalisé à l'aide des différents outils mis au point dans le projet), et sa mise en discussion localement, ainsi que sur une lecture des projets territoriaux ou des filières en présence relatifs à la BOA.

BOAT aboutira au développement des outils et méthodes précitées, qui permettront aux acteurs de territoires de s'engager sur des réflexions à vocations opérationnelles concernant la gestion des BOA pour une durabilité réaffirmée de leurs territoires.



#26 - METHASOCIO

Analyse du rôle et de l'importance des facteurs humains et sociaux lors de l'élaboration, de la conception et du déploiement de projets de méthanisation agricoles associant d'autres acteurs territoriaux



Coordinateur : Marie-Laurence GRANNEC et Thierry BELLEC,

Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, marie-laurence.grannec@bretagne.chambagri.fr

Partenaires : Agrocampus Ouest et UMR CNRS Espaces et Sociétés, ESA d'Angers, Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de La Loire, Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, AILE Bretagne, AILE Pays de la Loire

N° de contrat : en attente de contractualisation

Date de début et durée en mois : janvier 2018, 24 mois

Ingénieur ADEME référent : Fabienne MULLER

Direction Économie circulaire et gestion des déchets - Service Mobilisation et valorisation des déchets

1. Contexte et objectifs du projet

Le projet permettra de répondre à la nécessité de mieux comprendre et prendre en compte le rôle des FHS dans la réalisation des projets de méthanisation agricole territoriale. Il s'agira en particulier :

- d'identifier en quoi les FHS peuvent constituer des raisons du succès ou de l'échec de projets de méthanisation territoriaux impliquant des agriculteurs ; d'identifier des leviers d'action et d'élaborer des préconisations concrètes pour favoriser le développement des projets partagés,

- d'évaluer l'impact du déroulement et de l'issue de ces projets sur l'établissement de relations et de collaborations économiques et sociales au sein des territoires.



Analyse du rôle et de l'importance des facteurs humains et sociaux lors de l'élaboration, de la conception et du déploiement de projets de méthanisation agricoles associant d'autres acteurs territoriaux

2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Le projet ciblera en particulier les projets associant les acteurs du monde agricole à d'autres acteurs territoriaux. Ils peuvent être considérés selon quatre catégories :

- Des projets individuels (I) ou collectifs (II) portés par le monde agricole (ou au sein desquels les agriculteurs sont impliqués dans le capital et/ou la gouvernance) avec des partenariats forts avec l'extérieur (traitement d'une part conséquente de déchets autres qu'agricoles et/ou valorisation de la chaleur auprès d'industriels ou de collectivités) ;
- Des unités territoriales ou « multi acteurs » portées par des collectivités (III) ou des industriels (IV) mais impliquant des agriculteurs en tant qu'apporteur de biomasse et/ou utilisateur du digestat.

Les travaux s'intéresseront notamment à des paramètres tels que :

- Le profil des agriculteurs ainsi que leur vision du métier d'éleveur et du modèle d'exploitation à privilégier.
- Les modes de circulation et d'acquisition des informations et des connaissances depuis la réflexion initiale jusqu'à la fin du projet. Il s'agira notamment d'identifier par qui et comment sont conduits l'animation de la réflexion et la manière dont les autres partenaires potentiels du projet s'approprient le projet.
- L'inscription territoriale du projet en lien avec les dynamiques locales, en termes d'évolution sociodémographique et de développement territorial.

3. Résultats attendus

L'ensemble des résultats permettra :

- d'identifier en quoi les FHS peuvent constituer des raisons du succès ou de l'échec de projets de méthanisation territoriaux impliquant des agriculteurs et d'élaborer des leviers d'action.
- d'évaluer l'impact du déroulement et de l'issue de ces projets sur l'établissement de relations et de collaborations économiques et sociales au sein des territoires.

Les conclusions s'adresseront donc en premier lieu aux porteurs de projet et à leurs partenaires. Ils permettront également aux autres acteurs locaux et aux décideurs de mieux comprendre et d'évaluer les impacts des FHS afin de pouvoir proposer des instruments de politiques publiques permettant de les prendre en compte et de les intégrer dans les outils de l'action publique.



#27 - PROTERR

Optimisation de l'insertion des Produits Résiduels Organiques dans les systèmes de culture comme levier des services écosystémiques rendus par les sols à l'échelle TERRitoriale



Coordinateur : Sabine HOUOT, INRA, UMR INRA AgroParisTech ECOSYS, 78850 Thiverval Grignon. sabine.houot@inra.fr

Partenaires : NRA-ECOSYS 78850 Thiverval-Grignon, INRA-Agrocampus Ouest, UMR SAS, 35000 Rennes, INRA Unité Expérimentale, 68000 Colmar, INRA- ENSAIA, UMR LAE, 68000 Colmar, ARAA, 67013 Strasbourg, Veolia Recherche et Innovation, 78520 Limay, Elisol, 34 Montpellier, INRA-AgroSup Dijon, UMR Agroécologie, 21000 Dijon, CNRS-ENS, Laboratoire de Géologie, 75005 Paris, IRSTEA, OPALE, 35000 Rennes, CIRAD Recyclage et Risque

Sous-traitance : Agrotransfert, Mons ; APPVPA, 78 Feucherolles

N° de contrat : 1706C0011

Date de début et durée en mois : octobre 2017, 36 mois

Ingénieur ADEME référent : Fabienne MULLER

Direction : Économie circulaire et gestion des déchets - Service Mobilisation et valorisation des déchets

1. Contexte et objectifs du projet

Le retour au sol des produits résiduels organiques (PRO) est largement encouragé actuellement. Les effets agronomiques et environnementaux de cette pratique sont bien documentés. Ils contribuent aux services écosystémiques rendus par les sols (régulation du climat, de la qualité des eaux, biodiversité...). Alors qu'elles dépendent des systèmes de cultures, ces contributions sont souvent étudiées séparément : substitution des engrais, stockage de C, effet sur les propriétés physiques et biologiques des sols, flux de contaminants... sans qu'il y ait d'évaluation multicritères permettant d'agréger les effets multiples et d'optimiser l'insertion des PRO dans les systèmes de culture.

La gestion des PRO doit se faire à l'échelle territoriale et prendre en compte tous les acteurs concernés incluant les producteurs des PRO, les responsables des traitements avant épandage et les agriculteurs qui valorisent ces PRO.

Des opérations amont dépendent la qualité et quantité des ressources disponibles à l'épandage dans un territoire. Le projet PROTERR sera centré sur le maillon des utilisateurs finaux qui pilotent l'insertion des PRO dans les systèmes de culture, point majeur dans leur gestion territoriale.

Les objectifs du projet PROTERR sont

- Optimiser le recyclage des PRO comme levier de la durabilité des systèmes de production agricole dans un territoire, contribuant aux services écosystémiques rendus par les sols agricoles.
- Evaluer comment des instruments de politique publique peuvent favoriser ce retour au sol des PRO, à partir d'une proposition de monétarisation des services écosystémiques mesurés/évalués.



Optimisation de l'insertion des Produits Résiduaire Organiques dans les systèmes de culture comme levier des services écosystémiques rendus par les sols à l'échelle TERRitoriale

2. Éléments méthodologiques et programme de travail

Le projet repose sur la construction d'un outil d'évaluation multicritère spatialisé des systèmes de cultures qui servira ensuite à la co-construction de scénario de gestion et d'insertion des PRO dans les systèmes de culture de territoires. Cet outil agrège des modèles et des indicateurs biophysiques simples (modèle d'évolution des stocks de carbone dans les sols et indicateurs de flux pour l'azote, bilan du phosphore et du potassium) dont certains développés dans le cadre du projet, des indicateurs technico-économiques du fonctionnement des exploitations. Les effets sont transcrits en services écosystémiques.

Plusieurs territoires contrastés (Coglais en Bretagne, Plaine de Versailles en Ile de France, Plaine du Pays Rhin-Vignoble-Grand Ballon en Alsace, territoire de la côte Ouest à la Réunion) sont étudiés pour tester la sensibilité des résultats aux contextes pédo-climatiques et socio-économiques. Un diagnostic initial des territoires (sols, climat, PRO disponibles et leurs usages, systèmes de cultures) est réalisé. Les sites expérimentaux de longue durée du réseau SOERE-PRO situés dans ces territoires ou représentatifs sont utilisés pour proposer les indicateurs d'évaluation de la pratique déployés dans le projet.

La démarche de construction de systèmes de culture durables vise à proposer l'optimisation de l'insertion des PRO dans les pratiques de gestion de la fertilité des sols en vue de maximiser les services écosystémiques rendus par les sols agricoles, associés au recyclage (substitution des engrais,

stockage de C, résistance à l'érosion, support de biodiversité) et de maîtriser les impacts environnementaux associés (émissions gazeuses, lixiviation des NO₃, éléments traces métalliques). Avec les acteurs des territoires, les contraintes territoriales techniques et économiques de la gestion des PRO seront prises en compte.

Une démarche de monétarisation des services écosystémiques est également proposée sur laquelle pourrait s'appuyer le développement d'instruments de politiques publiques pour favoriser le recyclage des PRO et maximiser les services écosystémiques rendus par l'agriculture.

Ces scénarios d'insertion des PRO proposés seront évalués avec l'outil et le bilan quantitatif et économique des services rendus à l'échelle du territoire en considérant ou non des échanges entre territoires, mais aussi aux échelles plus petites de la parcelle ou de l'exploitation. On étudiera les interactions entre contraintes et objectifs de gestion et les sorties des évaluations et quantifiera l'influence des leviers de politique publique basés sur la monétarisation des services écosystémiques.

La généralité des résultats obtenus dans les différents territoires sera analysée afin de proposer une démarche analytique et un outil spatialisé d'évaluation des services/disservices potentiels associés à l'insertion des PRO dans les systèmes de culture pouvant être transposés dans d'autres territoires.

3. Résultats attendus

Les principaux résultats attendus sont :

- La construction de l'outil d'évaluation multicritère disponible dans une plateforme spatialisée de représentation des systèmes de culture et sa documentation dans les territoires étudiés.
- Son utilisation pour construire des scénarios de gestion (transformation, logistique) et d'insertion des PRO dans les systèmes de culture permettant de maximiser les services écosystémiques rendus par les sols tout en limitant les impacts environnementaux.
- La proposition d'instruments de politiques publiques pouvant contribuer à favoriser le retour au sol des PRO

- L'analyse et la comparaison des résultats obtenus dans les différents territoires pour proposer une démarche générique à mettre en œuvre dans d'autres territoires pour optimiser le retour au sol des PRO. Une synthèse des leviers les plus efficaces à mettre en œuvre pour permettre la valorisation des PRO dans des contextes différents : forte ou faible densité d'élevage, présence de grosses agglomérations urbaines ou non, insularité ou non, contraintes fortes du milieu physique ou non...







Handwriting practice area with 20 horizontal dashed lines.





L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. www.ademe.fr ou suivez-nous sur  @ademe

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

GRAINE GÉRER, PRODUIRE ET VALORISER LES BIOMASSES

La bioéconomie est une clé de la croissance verte et intelligente, elle permet dans le même temps de limiter la dépendance aux ressources pétrolières et de limiter certains impacts environnementaux en contribuant notamment, sous certaines conditions, à lutter contre le changement climatique.

L'appel à propositions de recherche GRAINE soutient des projets de recherche pour permettre le développement d'une bioéconomie au service de la transition écologique et énergétique des territoires.

Il s'agit d'articuler accompagnement des filières de production et de valorisation de biomasses avec réduction des impacts environnementaux et prise en compte des services rendus par les écosystèmes.

Les biomasses ciblées dans cet appel sont les productions agricoles (végétales et animales) et leurs coproduits, les productions forestières, sylvicoles et leurs coproduits, les déchets organiques, les coproduits industriels ou encore les algues et les insectes.

L'ADEME entend ainsi contribuer à orienter les acteurs de la bioéconomie en soutenant l'acquisition de connaissance, l'innovation, et le déploiement de solutions.

« Ce document rassemble les présentations synthétiques, classées par grandes thématiques, de l'ensemble des projets lauréats de la 1^{ère} édition de l'appel à propositions de recherche GRAINE, lancé par l'ADEME en mars 2016. »

ADEME

Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

www.ademe.fr

010333

