

PERSEPHONE



Perséphone : 004-2-05-035

Intégration de la filière biogaz dans la nouvelle bioéconomie
/ Integration von Biogas in das Zukunftsfeld der Bioökonomie

Production d'**E**nergie **R**enouvelable **S**, **E**ngrais et **P**roduits **H**armonieux d'**O**rigines **N**aturelles

Axe prioritaire 2 : assurer un développement respectueux de l'environnement et du cadre de vie

Prioritätsachse 2: Eine umweltfreundliche Entwicklung der Großregion und eine Verbesserung des Lebensumfelds sicherstellen

Objectif spécifique 5 : réduire l'impact environnemental dans le cadre du développement économique et territorial de la Grande Région
Spezifisches Ziel 5 : Die Umweltbelastungen im Rahmen der wirtschaftlichen und räumlichen Entwicklung der Großregion verringern

Budget / Budget : 4.121.359,92 €

FEDER demandé / Beantragter EFRE : 2.472.815,95 €

C4. Description des actions

Action du projet 1 : GESTION

Opérateurs participants :

L'ensemble des partenaires tant dans la composante administrative que dans la composante technique.

Public cible :

L'ensemble des opérateurs, les autorités partenaires, les administrations, le secrétariat technique conjoint...

Résultat de l'action :

- respect du calendrier de travail
- mise en réseau des opérateurs permettant une bonne mise en œuvre du projet
- respect des délais administratifs
- atteinte des objectifs et résultats
- rapports intermédiaires et rapport final tant financiers que techniques

Description des actions :

Le partenariat proposé étant composé d'un grand nombre de partenaires, une attention toute particulière sera apportée à la coordination du projet par le chef de file, l'asbl Au Pays de l'Attert. Heureusement, cette association dispose d'une belle expérience dans la gestion de ce type de projet. La plupart des opérateurs de Perséphone ont également déjà participé à plusieurs projets européens (notamment sous la gestion de l'asbl Au Pays de l'Attert) et disposent dans leurs structures respectives d'un encadrement sérieux et efficace.

L'asbl Au Pays de l'Attert veillera tout d'abord au bon suivi administratif et financier du projet et veillera au respect des délais administratifs : organisation des comités d'accompagnement : envoi des invitations, rédaction des rapports d'activités intermédiaires et final en collaboration avec l'ensemble des partenaires, rédaction des procès-verbaux des comités d'accompagnement, établissement des déclarations de créance consolidées...

Le chef de file sera également à la disposition des partenaires pour une aide logistique pour la rédaction des déclarations de créance ou toute autre démarche administrative.

Une attention toute particulière sera également apportée au respect des budgets de la convention.

Le chef de file désignera au sein de son équipe un gestionnaire technique du projet pour la coordination et le suivi des actions sur le terrain. Il veillera au respect des objectifs et résultats du projet. L'asbl Au Pays de l'Attert sera aussi en contact étroit avec le gestionnaire technique désigné pour chaque action. Cette approche permettra de faire remonter rapidement tout problème qui pourrait être rencontré pendant la réalisation des actions et d'y remédier tout aussi efficacement. L'asbl sera la plus haute autorité pour traiter d'éventuel conflit qui pourrait surgir entre opérateurs.

Le chef de file sera également le relais auprès des partenaires du secrétariat technique conjoint du programme Interreg, des cellules techniques et des autorités partenaires.

Des réunions régulières seront mises en place entre les opérateurs, à tour de rôle dans les différents versants de la Grande Région. Le nombre de partenaires étant important, des sous-groupes de travail seront également mis sur pied pour aborder des thèmes plus spécifiques à chaque action.

PERSEPHONE

Calendrier :

Ce travail de coordination et de gestion de projet se fera tout au long des trois années de projet, avec des périodes plus administratives au moment de la rédaction des cahiers des charges et des rapports d'activités.

Le partenariat proposé étant composé d'un grand nombre de partenaires, une attention toute particulière sera apportée à la coordination du projet par le chef de file, l'asbl Au Pays de l'Attert. Heureusement, cette association dispose d'une belle expérience dans la gestion de ce type de projet. La plupart des opérateurs de Perséphone ont également déjà participé à plusieurs projets européens (notamment sous la gestion de l'asbl Au Pays de l'Attert) et disposent dans leurs structures respectives d'un encadrement sérieux et efficace.

L'asbl Au Pays de l'Attert veillera tout d'abord au bon suivi administratif et financier du projet et veillera au respect des délais administratifs : organisation des comités d'accompagnement : envoi des invitations, rédaction des rapports d'activités intermédiaires et final en collaboration avec l'ensemble des partenaires, rédaction des procès-verbaux des comités d'accompagnement, établissement des déclarations de créance consolidées...

Le chef de file sera également à la disposition des partenaires pour une aide logistique pour la rédaction des déclarations de créance ou toute autre démarche administrative.

Une attention toute particulière sera également apportée au respect des budgets de la convention.

Le chef de file désignera au sein de son équipe un gestionnaire technique du projet pour la coordination et le suivi des actions sur le terrain. Il veillera au respect des objectifs et résultats du projet. L'asbl Au Pays de l'Attert sera aussi en contact étroit avec le gestionnaire technique désigné pour chaque action. Cette approche permettra de faire remonter rapidement tout problème qui pourrait être rencontré pendant la réalisation des actions et d'y remédier tout aussi efficacement. L'asbl sera la plus haute autorité pour traiter d'éventuel conflit qui pourrait surgir entre opérateurs.

Le chef de file sera également le relais auprès des partenaires du secrétariat technique conjoint du programme Interreg, des cellules techniques et des autorités partenaires.

Des réunions régulières seront mises en place entre les opérateurs, à tour de rôle dans les différents versants de la Grande Région. Le nombre de partenaires étant important, des sous-groupes de travail seront également mis sur pied pour aborder des thèmes plus spécifiques à chaque action.

Action du projet 2 : COMMUNICATION

Opérateurs participants :

Tous les opérateurs sous la coordination de l'asbl Au Pays de l'Attert.

Pour tout ce qui concerne la presse, les carnets d'adresses, des différents partenaires seront regroupés pour diffuser les informations le plus largement possibles.

Public cible :

- Installations de biométhanisation de la Grande Région
- Les certificateurs européens sur les engrais
- Les industries agroalimentaires
- Les industries d'engrais de ferme et maraîchers
- Les industries de bioraffinerie
- Les industries de traitement des eaux
- Les gestionnaires de réseau de distribution
- Les élus, les décideurs politiques, les administrations publiques, au niveau local, mais également régional et européen
- Les étudiants en agriculture, environnement, agronomie...
- Le grand public
- La presse

Résultat de l'action :

Permettre à toutes les installations de la Grande Région de s'adapter pour devenir plus autonomes en énergie et en engrais et d'entrer dans une stratégie de bioéconomie et d'économie circulaire.

Devenir un Centre de compétence Biogaz et un lieu d'orientation positive pour tout nouveau projet de biométhanisation et d'économie circulaire.

Informier le grand public sur les possibilités d'orientation vers une agriculture durable et respectueuse de l'environnement. Si possible, quantifier l'impact des stratégies développées dans PERSEPHONE en termes quantifiables de réduction des gaz à effet de serre (GES) et d'amélioration de la qualité de l'air et de l'eau.

Soutien aux décideurs politiques de la Grande Région.

Description des actions :

Tout au long du projet, l'ensemble du partenariat communiquera sur les actions menées par le partenariat de Perséphone, et ce de multiples façons, le type de communication étant adapté au public ciblé.

La biométhanisation étant un sujet complexe, elle ne sera pas présentée avec les mêmes mots au grand public qu'à des scientifiques ou décideurs politiques. Plusieurs modes de communication seront utilisés : site internet des partenaires, réseaux sociaux, publications dans des revues scientifiques, articles de vulgarisation dans les journaux quotidiens ou agricoles, interviews à différentes radios ou TV, reportages vidéo, démonstrations itinérantes sur site et journées portes ouvertes

Les résultats des différentes actions seront diffusés le plus largement possible. Par exemple :

- Présentations publiques et circulation des démonstrateurs mobiles d'injection H₂ et de traitement des différents digestats (extraction NPK) en Grande Région

PERSEPHONE

- Les résultats des différents paramètres mesurés dans les vitrines agronomiques sur chaque versant de la Grande Région seront diffusés de la façon suivante : rapports et publications scientifiques, articles de vulgarisation, visites de terrain et remontée de l'information concluante auprès des décideurs (Directive Nitrates).
- Mise en place d'un centre de compétence géré par l'asbl au Pays de l'Attert et mutualisé avec les partenaires scientifiques et industriels de Perséphone.
- Organisation de réunions d'information spécifiques en lien avec les résultats des différents volets du projet et à destination des publics cibles
- Contacts et partenariat avec la plateforme NEXT
- Relais des résultats et actualités via les sites internet et manifestations des partenaires du consortium
- Réalisation, édition et diffusion de plaquettes de présentation du projet et des résultats

Le projet EcoBiogaz a permis d'établir un référentiel et de le tester dans plusieurs classes des universités de Liège et de Nancy. Le projet Perséphone va permettre d'étoffer le contenu de ces formations en y ajoutant une partie sur l'intégration d'hydrogène dans les installations et l'impact du digestat et de ses fractions séparés sur les sols et en culture d'algues.

Des contacts avec l'industrie des engrais (**dont la société LHOIST en Belgique,**) ont été mis en place afin de suivre nos avancés et mettre en place en fin de projet après caractérisation des différents produits un partenariat pour la commercialisation des éléments fractionnés. Ces contacts vont être élargis aux membres de « **Europe Fertilizers** » en cours de projet.

Afin de diffuser les résultats et de sensibiliser un maximum de propriétaires et gestionnaires d'installations, le partenariat sera en contact permanent avec les différentes fédérations de biométhaniseurs en place dans les différents versants. Ces dernières pourront diffuser les informations auprès de leurs membres. Des échanges entre ces fédérations seront également mis sur pied et également diffusés auprès de l'EBA (European Biogas Association)

Un premier contact avec une installation située dans La Meuse a été établi ; l'Installation de Mr Doyen Eric, afin de toucher également cette région rurale et de tester son digestat.

Le partenariat étant composé d'acteurs de terrain et de scientifiques, il est multidisciplinaire. Riche d'une expérience de plus de 12 ans en biométhanisation, il peut devenir un véritable centre de compétence en la matière. Ce centre de compétence sera un véritable levier de soutien à toutes les installations désirant se diversifier dans l'introduction d'hydrogène et/ou faire un investissement d'équipements de fractionnement du digestat afin d'ouvrir d'autres portes de revenus de la filière. Le centre de compétence sera également disponible pour tout nouveau projet de biométhanisation en Grande Région et au-delà.

Calendrier :

La communication se fera tout au long du projet et plus intensivement en troisième année de projet.

Action du projet 3 : Diversification des installations de biogaz par l'intégration d'hydrogène renouvelable et raffinage du digestat

Diversification des installations de biogaz par l'intégration d'hydrogène renouvelable et raffinage du digestat

Opérateurs participants :

1. Pilote mobile H₂ : LIST et ENSAIA
2. Pilote mobile raffinage digestat : LIST, AMT, Agra-Ost
3. Essais et démonstrations *in situ* sur les unités de biométhanisation en GR : Naturgas Kielen SC, Kessler srl, Bio-Recycle sarl, Biogas Rohlingerhof, ENSAIA-La Bouzule
4. Analyses économique/environnementale et modélisation : IZES
5. Coordination/Marketing : APDA

Public cible :

Installations existantes et futures

Sociétés qui veulent investir dans le futur dans ce nouveau type d'installations de biogaz

Constructeurs de réacteurs

Gestionnaires de réseau d'énergie : réseau électrique, de gaz naturel, et de chaleur

Industries des fertilisants telles que les membres de Fertilizers Europe (YARA, BASF SE, etc.)

Résultat de l'action :

Une unité de méthanisation enrichie par un apport d'hydrogène produit un biogaz qui s'approche de la qualité du gaz naturel en vue de son injection dans le réseau. Les unités de biogaz ainsi équipées permettront une gestion plus flexible du portefeuille d'énergies renouvelables en GR. De plus, le revenu des unités de biométhanisation sera accru, permettant aux unités de devenir réellement rentables et d'envisager un développement plus efficient de la filière

Le biogaz enrichi s'approche de la qualité du gaz naturel en vue de son injection dans le réseau. Les unités de biogaz permettent une gestion flexible du portefeuille d'énergies renouvelables en GR. Le revenu des unités de biométhanisation est accru.

Mise en place d'une normalisation et caractérisation des produits fractionnés : eau de qualité réutilisable ou rejetable en milieu naturel, engrais organiques & engrais minéraux, matières compostables ou combustibles.

Commercialisation des éléments fertilisants vers d'autres secteurs agronomiques pour une diversification des revenus de la filière et réduire l'utilisation de NPK d'origine chimique ou minière en agriculture. Diminution de l'empreinte carbone et protection des ressources en eau. Relocalisation des fertilisants vers les zones déficitaires. Fermeture des cycles du Carbone, de l'Azote réactif, du Phosphore et de l'eau.

Production des éléments fertilisants adaptés à la culture d'algues et création d'un nouveau tremplin pour le développement économiquement tenable de la filière algues par son couplage à la biométhanisation.

PERSEPHONE

Il est difficile de chiffrer avec précision la réduction des émissions de gaz à effet de serre que le projet suscitera. Cependant en se basant sur les estimations de la FAO, si les fermes pilotes deviennent autonomes en engrais elles réduiront de 30 à 50 % leur besoin en énergie, chaque tonne d'azote réactif en provenance du digestat et remplaçant une tonne d'engrais azotée de synthèse représentera une tonne de pétrole économisé et environ 2 tonnes de CO₂ émis en moins. De plus en termes de qualité des eaux souterraines, nos estimations basées sur l'essai conduit pendant trois saisons sur le versant wallon nous laissent à penser raisonnablement que la substitution complète des engrais de synthèse, et principalement le nitrate d'ammonium, par le digestat ou ses fractions conduira à une amélioration très nette de la qualité des eaux. L'azote potentiellement lessivable sous fertilisation à base de digestat est négligeable comparé à une fertilisation à base de sulfate ou de nitrate d'ammonium. Finalement, il n'y a pas de production agricole sans phosphore. Le phosphore étant une ressource limitée et probablement l'élément qui sera le premier à manquer pour assurer la survie de l'humanité (60 à 100 années de réserves minières localisées sur quelques sites planétaires : Maroc, Chine, Canada), PERSEPHONE sera un projet phare pour guider l'agriculture vers un recyclage optimisé de cet élément rare.

Description des actions :

L'Action 3 a pour objectif principal de proposer de nouvelles voies de diversification à la biométhanisation et initier le rôle majeur que celle-ci devra jouer dans la bioéconomie naissante ; d'une part en combinant l'intégration de la biométhanisation dans un portefeuille d'énergie renouvelable flexible et la rentabilité des unités (**Activité 3.1**) et d'autre part en développant et démontrant de nouvelles voies de fractionnement (**Activité 3.2**) et d'utilisation des nouvelles fractions obtenues. Cette Action 3 a pour vocation première le développement économique des unités de biométhanisation dans un cadre respectueux de l'environnement, par (1) l'intensification de la production de biométhane grâce à des investissements raisonnés et (2) la formation de nouveaux produits issus du digestat. L'Action 3 est principalement menée par le LIST, l'ENSAIA, et AMT avec la contribution des unités de biométhanisation partenaires de la GR. IZES y contribuera aussi pour les approches économiques et la modélisation pour l'up-scaling des technologies proposées (**Actions 6 et 7**). Il s'agit donc clairement d'une approche complémentaire et transfrontalière incluant également des activités de dissémination sur tout le territoire dans **l'Action 2** grâce à la mobilité des lignes pilotes envisagées. De plus, les résultats de l'Action 3 déboucheront sur un recyclage poussé des éléments soutenant les productions agricoles (azote, phosphore et potassium). Elle démontrera également une valorisation économique des diverses fractions du digestat en particulier le phosphore et l'azote, de la chaleur de la cogénération et du CO₂ du biogaz pour la culture d'algues dans **l'Action 4** et ces différentes fractions seront évaluées en agriculture dans **l'Action 5**.

Activité 3.1 vise à faire jouer à la biométhanisation le rôle de régulateur de production d'électricité renouvelable dans le bouquet énergétique et à enrichir le biogaz en biométhane grâce à l'introduction innovante d'hydrogène d'origine renouvelable dans les bioréacteurs. Cette nouvelle capacité aura pour conséquence le renforcement économique du secteur. Pour atteindre cet objectif, l'activité 3.1 vise à la conversion par les biométhaniseurs agricoles de (1) l'hydrogène renouvelable d'origine éolienne et photovoltaïque et donc intermittente et difficile à stocker et (2) du CO₂ émis dans le biogaz, en méthane. Le méthane produit pourra être injecté dans le réseau de gaz naturel qui possède une capacité de stockage énorme couvrant les besoins énergétiques européens pendant plusieurs mois. Cette stratégie aura des effets positifs multiples. Nous proposons une solution pour (1) le stockage de l'électricité renouvelable de nature intermittente (nuit-jour, vent et absence de vent) ; (2) un outil permettant de mieux synchroniser production et consommation d'électricité renouvelable par sa conversion en hydrogène lui-même converti en méthane stockable dans une infrastructure existante ; (3) une possibilité d'intensification de

PERSEPHONE

production de méthane en augmentant drastiquement la qualité de biogaz ce qui se répercutera positivement sur l'efficacité des cogénérateurs ou des systèmes de purification du biogaz, et ce à nouveau en faisant appel aux nombreux digesteurs disponibles sur le territoire de la GR. De plus, l'intensification de la production de biométhane sera une source de revenus additionnelle pour les biométhaniseurs. L'Action 3.1 prépare aussi de manière avantageuse le Biogaz naturel liquéfié (BioGNL) qui pourrait à terme remplacer les combustibles liquides pour le transport.

Un digesteur met en œuvre un consortium complexe de microorganismes qui dégradent la matière organique en produisant un biogaz composé essentiellement de méthane (CH₄) et dioxyde de carbone (CO₂). Des recherches récentes menées par des laboratoires européens principalement danois, allemands et italiens, montrent que l'addition adéquate d'hydrogène dans un digesteur intensifie la production de méthane. Par exemple, le laboratoire danois d'Irini Angelidaki pionnier sur ce sujet montre qu'il est possible de porter la composition de biogaz à plus de 90 % de méthane en additionnant de l'hydrogène dans un digesteur. Ces résultats prometteurs ont été réalisés en laboratoire avec des microbes bien spécifiques. Le but de l'activité 3.1 sera donc d'évaluer la possibilité d'introduire l'hydrogène directement dans un bioréacteur pilote spécifique. Celui-ci sera greffé à moindres frais sur les bioréacteurs des unités de production de biogaz agricole pour s'assurer que les consortia microbiens complexes et spécifiques à chaque réacteur seront capables de biométhaniser efficacement le CO₂ en CH₄ en présence d'hydrogène renouvelable.

Mise au point au laboratoire : Le LIST et L'ENSAIA contribueront à la mise au point de système d'injection performant d'hydrogène dans des petits pilotes de laboratoire. L'hydrogène est un gaz très peu soluble en milieu liquide et le premier verrou à lever est son mode de transfert dans le milieu réactionnel. Par ailleurs, les bioréacteurs alimentés avec des effluents d'élevage demandent une adaptation du mode d'agitation afin de favoriser la diffusion de l'hydrogène au sein du digesteur. La rhéologie des effluents d'élevage limite considérablement les transferts gazeux. Cela s'observe sur les digesteurs où il est possible de modifier la zone de travail de l'agitateur. Un agitateur déplacé en fond de cuve génère un hold up important (le hold up représente la capacité d'un milieu à retenir les gaz dissous et donc de faire varier le volume apparent du milieu réactionnel. La différence de volume apparent entre le milieu exempt de gaz dissous et le milieu saturé de gaz dissous représente le hold up), montrant que le biogaz formé a des difficultés à remonter en surface pour être évacué. Il est clair que si l'addition d'hydrogène permet de déplacer les équilibres biologiques vers la voie métabolique des Hydrogénotrophes avec une composition en biogaz supérieure à 90 % en méthane, le développement de la filière méthanisation n'aurait plus d'obstacle au bénéfice de l'exploitant et des gestionnaires de réseaux.

Démonstration de la faisabilité à l'échelle réelle : Le LIST et l'ENSAIA ont développé de part et d'autre des systèmes innovants d'injection de l'hydrogène dans les bioréacteurs. Le LIST notamment propose une technologie qui permet de maintenir la pureté de la source d'hydrogène renouvelable et l'absence d'hydrogène dans le biogaz enrichi en méthane. Le LIST construira un bioréacteur pilote qui pourra être greffé en ligne sur le flux de digestat des bioréacteurs de taille industrielle. Dans un but de démonstration l'apport d'hydrogène se fera par une source de stockage conventionnel en bouteille qui simulera l'apport en hydrogène par un hydrolyseur alimenté par une source d'électricité renouvelable. Ce bioréacteur pilote sera testé sur plusieurs installations de la GR dont celle de Ensaia-Bouzule afin de démontrer la faisabilité du système proposé et de générer des données de production (coûts, volume de production, bilan énergétique, qualité du biogaz enrichi, etc.). Ces données seront confiées à IZES pour modéliser l'insertion complète avec un hydrogène produit par hydrolyseur et une unité spécifique de bioconversion du CO₂ en CH₄. Cette unité spécifique est le caractère innovant de l'activité 3.1, car une injection directe dans les réacteurs biogaz est difficile dans le cas d'une couverture membranaire en EPDM ou d'une couverture en

PERSEPHONE

béton toutes deux perméables à l'hydrogène. Elle assurera une connectivité flexible et aisée de la technologie sur les installations existantes.

Activité 3.2 Fractionnement du digestat pour la production de fertilisants formulés et adaptés. Ama Mundu Technologies (AMT) est une jeune entreprise spécialisée dans le fractionnement membranaire des effluents animaux en vue d'augmenter les capacités de stockage des effluents à la ferme et de réduire les coûts de transport vers les champs pour l'épandage. D'autre part, le LIST travaille depuis plusieurs années sur un prototype d'évaporateur sous vide pour réduire le volume des digestats. Les deux technologies proposées sont peu énergivores par rapport aux équipements disponibles sur le marché. Le couplage des deux technologies sur une même ligne pilote pourra montrer les avantages pour accroître la flexibilité et mieux diriger le fractionnement des éléments fertilisants. Récemment AMT et le LIST se sont concertés dans le but de coupler leurs deux technologies en **les adaptant spécifiquement aux digestats** de la biométhanisation. Dans l'activité 3.2, AMT adaptera sa technologie aux digestats qui montrent des propriétés (composition, granulométries, présence de colloïdes) fort distinctes des effluents animaux. Ensuite, dans un effort concerté, AMT et le LIST construiront une ligne pilote de fractionnement des digestats qui intégrera les deux expertises. Cette ligne pilote sera conçue sur le modèle d'un châssis de container assurant dès lors sa mobilité et flexibilité d'accouplement à toute unité de biométhanisation. Dans une deuxième étude, ce pilote circulera en GR pour peaufiner les adaptations et assurer la robustesse du processus. Finalement, la technologie sera démontrée avec la contribution du partenariat à un public cible et au grand public (**Action 2**). De plus, les différentes fractions produites lors du fractionnement seront évaluées pour leur pouvoir fertilisant sur les vitrines agronomiques et le site lysimétrique (**Action 5**). Grâce aux essais de démonstration qui seront réalisés in situ sur les unités de biométhanisation en GR les informations requises aux analyses économiques et environnementales pourront être générées et fournies à IZES pour conduire **l'Action 6 et 7**.

Calendrier :

Comparaison et optimisation des technologies d'injection H2 LIST et ENSAIA : année 1

Construction du pilote H2 : année 1

Construction du pilote cracking digestat : année 1

Tests et démonstrations sur sites : année 2 et 3

Base de données énergie/coûts/ACV disponible pour IZES Action 6 et 7 : année 2

Fractions de digestats disponibles pour Action 5 : début année 2

Action 4 : Production d'algues dans la Grande Région pour de nouveaux marchés

Opérateurs participants :

1. Sustain Water, Faascht, List et Agria Grand Est : démonstrateurs instrumentés sous serre à Faascht, mesures des productivités.
2. Agria Grand Est : étude souche-condition culture, caractérisation du marché et des produits possibles
3. Izes : faisabilité économique
4. APDA : coordination

Public cible :

- Unités de biométhanisation actuelles et futures
- Industriels des secteurs agroalimentaires, pharmaceutique, matériaux biosourcés, biocarburant, cosmétique...
- Exploitants agricoles
- Entreprises de traitement des eaux usées
- Entreprises constructrices de séquestration de CO₂
- Sociétés fortement productrices de CO₂ qui souhaitent diminuer leur empreinte environnementale en séquestrant le CO₂
- Bureaux d'études

Résultat de l'action :

Démontrer l'intérêt de l'utilisation des biomasses et des résidus de culture algale comme un nouvel intrant pour la biométhanisation et ainsi ouvrir une voie vers une économie circulaire pour le couplage d'unités de méthanisation et de bassins de cultures d'algues.

Rendre la biométhanisation plus autonome et la faire entrer dans la bioéconomie.

Contribuer à l'autonomie de l'Europe en termes de protéines alimentaires grâce à la production d'algues.

4.1 Analyse de la filière couplée « méthanisation - culture d'algues » avec matrice SWOT. Quantification des productivités et consommations énergétiques obtenues.

4.2 et 4.3 Quantifier les productivités (Matière sèche, N, P) et compositions (protéines, lipides...) qui peuvent être atteintes en culture d'algues sur diverses fractions de digestats et les conditions opératoires optimales (profondeur, temps de séjour, consommation énergétique).

Description des actions :

L'action 4 visera à expérimenter et valider la production d'algues et/ou de plantes aquatiques valorisant le CO₂, la chaleur et le digestat (en particulier une partie des nutriments contenus dans celui-ci) des installations de biométhanisation, dans les conditions climatiques de la Grande Région.

Il s'agira d'évaluer le contenu des biomasses algales (plus précisément Albazod) produites sur diverses fractions de digestats pour des applications dans les domaines pharmaceutique, bioplastique, biodiesel, de l'alimentation animale ainsi que des fertilisants et le retour des biomasses/résidus vers la biométhanisation.

Activité 4.1 : Benchmark sur les projets de couplage entre méthanisation et culture d'algues :

PERSEPHONE

D'autres projets européens ont été menés ou sont actuellement en cours sur le sujet du couplage entre production d'algues et méthanisation. L'objectif sera ici de les recenser et de réaliser un état de l'art sur les connaissances actuelles apportées par les résultats et conclusions de ces projets, que ce soit soient des projets de recherche et développement ou des projets industriels.

Les informations récoltées porteront sur :

- l'intérêt du digestat en tant que substrat pour la croissance des algues
- l'intérêt des algues en tant que matière entrante d'un digesteur,
- les différents modèles technicoéconomiques possibles (quels procédés de production des algues ? Quelle valorisation des algues ? ...)

Ces informations devront permettre de dégager les freins, leviers, menaces et opportunités du couplage « méthanisation-culture d'algues ».

Il s'agira également de créer des contacts entre les partenaires de ces programmes et notre propre consortium de manière à développer un réseau de connaissance sur ce sujet, en particulier avec les acteurs de la Grande Région.

Activité 4.2 : Mise en place de cultures en bassins ouverts couplés à une unité de méthanisation

Mise en place de trois démonstrateurs mobiles, sous serre, instrumentés, et opérant de manière à obtenir des cultures d'algues ou de plantes aquatiques sur diverses fractions de digestats. Les cultures seront obtenues sous serre, mais dans les conditions d'ensoleillement de la GR.

Activité 4.3 : Suivi des cultures

Mise en œuvre des démonstrateurs décrits à l'activité 4.3, dans des conditions opératoires (température, temps de séjour, profondeur...) maîtrisées, de manière à quantifier les productivités (matière sèche, N, P) et les composants majeurs (protéines, lipides...) de la biomasse produite.

Calendrier :

4.1 : 2016

4.2 : 2016-2017

4.3 : 2017-2019

Action 5 : Le digestat et ses fractions en substitution aux engrais chimiques : impact sur les sols et la qualité des eaux.

Le digestat et ses fractions en substitution aux engrais chimiques : impact sur les sols et la qualité des eaux.

Opérateurs participants :

1. Agra Ost : protocole et suivi des parcelles
2. List : protocole et suivi des lysimètres
3. Ensaia : protocole et suivi des parcelles
4. DLR protocole et suivi des parcelles
5. LTA protocole et suivi des parcelles
6. Installations de biogaz (Kessler scrl - Naturgas kielen - Biogas Rohlingerhof - Bouzule) : soutien pour la mise en place parcelle, mise à disposition des terrains et digestat.
7. ULg Arlon : protocole, soutien logistique et analyse
8. Izes avec tous les partenaires : ACV, analyses économiques, plaidoyer en faveur d'une modification de la législation dans le cadre de l'Action 7
9. Apda : coordination et dissémination des résultats avec l'ensemble du partenariat

Public cible :

Agriculteurs et gérant des installations de biométhanisation agricole

Organismes pratiquant les conseils en fertilisation

Les décideurs politiques à tout niveau, les associations de protection de l'eau, les administrations

Industries des fertilisants telles que les membres de Fertilizers Europe (YARA, BASF SE, etc.)

Ecoles impliquées dans la formation des agriculteurs/agronomes (lycées, universités, élèves ingénieurs)

Résultat de l'action :

Les résultats escomptés de l'Action 5 permettront d'évaluer la plus-value environnementale de l'utilisation des digestats de biométhanisation et leurs fractions vis-à-vis des objectifs adoptés au sein de la Directive 91/676/CEE « nitrates » et de la COP 21. Nous comptons démontrer que l'utilisation adéquate d'engrais issue de la biométhanisation peut remplacer avantageusement les engrais chimiques en diminuant notamment l'impact de l'azote et du phosphore agricole sur la qualité des eaux souterraines et de surface et en réduisant l'empreinte carbone de l'agriculture (réduction significative des émissions de GES). Les résultats escomptés permettront d'établir des propositions d'adaptation raisonnée de la Directive 91/676/CEE « nitrates », de conforter la nécessité de retirer les digestats de la liste des déchets, et d'objectiver les effets de l'apport de digestats raffinés sur les propriétés des sols, notamment leur teneur en matière organique et leur fonctionnalité microbienne, en limitant l'impact du transfert d'azote vers les masses d'eau.

D'autre part, l'Action 5 guidera la biométhanisation vers de nouveaux marchés tels que ceux des fertilisants et d'autres produits biobasés comme les algues cultivées sur les fractions des digestats (Action 4).

PERSEPHONE

Meilleure utilisation agronomique (et donc environnementale) et meilleure valorisation du digestat sont les maîtres mots de cette action.

Description des actions :

La valorisation agronomique des digestats doit se positionner dans un contexte d'intensification écologique des agroécosystèmes où les fonctionnalités écologiques du sol, notamment en lien avec la fertilité (principalement azote, phosphore, matière organique et biomasse microbienne), doivent être prises en compte afin de maintenir la production agricole tout en diminuant les intrants de synthèse. Il est indispensable de considérer la MO des sols et l'activité microbienne associée comme un pilier central de la fertilité et de la durabilité des systèmes de culture. Dans un contexte économique marqué par une augmentation de plus de 90 % du prix des engrais azotés entre 2010 et 2012, la valorisation des digestats en substitution des fertilisants minéraux de synthèse apparaît comme une alternative économique intéressante. Cette valorisation permettrait de plus le développement de pratiques innovantes de fertilisation afin de limiter les conséquences environnementales inacceptables du point de vue sociétal des modèles agricoles conventionnels (pollution des ressources en eau et de l'atmosphère, altération de la qualité des sols, perte de biodiversité...). La valorisation des digestats constitue ainsi une voie essentielle de gestion de la fertilité des sols dans le contexte d'une agriculture respectueuse du fonctionnement du sol et donc qui vise à limiter l'utilisation des intrants chimiques en s'appuyant notamment sur les processus et fonctions naturels des agroécosystèmes. Des premiers essais conduits dans le cadre du projet ECOBIOGAZ ont mis en évidence les avantages d'une fertilisation basée à 100 % sur du digestat comparé aux engrais de synthèse pour limiter la lixiviation de l'azote et la contamination des eaux souterraines par les nitrates.

L'action 5 vise à promouvoir l'utilisation des résidus de biométhanisation sur les sols agricoles dédiés aux prairies. Les digestats de biométhanisation présentent toutes les caractéristiques agronomiques pour envisager une gestion durable des agrosystèmes et notamment pour répondre aux critères environnementaux de la Directive 91/676/CEE « nitrates ». De par leur forme (liquide) et leur composition, ils permettent d'apporter au sol une forme d'azote préférentielle pour les plantes (NH₄⁺, correspondant de 55 à 80 % de l'azote total des digestats de biométhanisation) et bien retenue par les sols grâce à une charge en carbone biologiquement stable. Des études récentes ont clairement démontré que les pratiques agricoles relatives à la gestion des intrants azotés ne prennent pas suffisamment en compte le rôle exact du fonctionnement microbiologique du sol et de sa capacité à délivrer l'azote sous la forme optimale pour la plante. Ceci est le point crucial pour la gestion des pertes en azote vers les nappes d'eau. L'objectif de cette action est de démontrer l'intérêt pour les agriculteurs de l'utilisation du digestat de biométhanisation en vue d'une approche durable de l'exploitation des ressources délivrées par les sols qu'ils exploitent. Nous proposons trois approches complémentaires qui seront appliquées à l'échelle de la diversité pédoclimatique de la GR. Elles sont basées sur la dynamique de l'azote en relation directe au fonctionnement microbiologique des sols de sorte à proposer des alternatives aux pratiques actuelles et d'améliorer significativement l'impact environnemental agricole sur les ressources en eau. L'action 5 se divise en trois activités complémentaires :

L'activité 5.1 comprendra la mise en place de **vitrines agronomiques** sur chaque versant de la GR, où seront utilisées cinq formes de digestat. Ces formes sont différentes d'une part du fait de caractéristiques propres à chaque installation de biométhanisation, mais en plus elles incluent les fractions obtenues par raffinage prévues dans l'action 3, avec un impact principalement sur leur teneur en éléments nutritifs. Elles seront comparées à deux formes d'engrais synthétiques. La diversité géographique des sites offre la possibilité de faire les mêmes essais avec des conditions pédoclimatiques différentes (sols limoneux pauvres sur roches schisteuses du massif ardennais, sols sur sables et grès du Trias et du Jurassique, sols calcaires, différences sensibles de température

PERSEPHONE

moyenne et de pluviosité), ce qui augmentera la robustesse des conclusions de cette étude. Un protocole identique sera mis en œuvre sur les quatre versants de la GR en ce qui concerne la caractérisation des intrants utilisés (différentes fractions de digestat), des productions agricoles et des caractéristiques des sols. La répartition des sites dans les quatre régions permettra également de prendre en compte les différences de pratiques agricoles et de règlements/textes légaux qui encadrent les activités des agriculteurs. Les critères d'évaluation de l'impact des digestats prendront en compte le rendement et la qualité des productions, l'évolution des caractéristiques physico-chimiques du sol et de la biodiversité microbienne et végétale, l'émission de GES, l'impact des différentes pratiques sur les flux d'azote vers les masses d'eau souterraines (mesure de l'azote potentiellement lessivable – APL, et suivi de la qualité des eaux de drainage des sols par bougie poreuse).

L'activité 5.2. comprendra la mise en place d'un site pilote transfrontalier à l'échelle lysimétrique. Cette installation sera réalisée au Luxembourg (LIST + Agra-Ost +LTA+NGK) et permettra d'effectuer une quantification rigoureuse des flux d'azote à l'interface entre l'atmosphère, le sol, la plante et les eaux souterraines. L'utilisation de traceurs isotopiques permettra d'affiner notre compréhension des échanges des formes d'azote entre différents types d'amendements, les fractions minérales, organiques et microbiologiques du sol et la plante. Des conclusions irréfutables sur le devenir de l'azote pour les différentes sources testées pourront être générées.

Le site accueillera les grands types de sol exploités au niveau des quatre versants au sein de l'activité 5.1. (Ferme de la Bouzule – ENSAIA, France ; Ferme du Faascht, Wallonie ; St Vith – Agra Ost, Wallonie ; Naturgas Kielen, Luxembourg). Des colonnes de sol non déstructurées (30 cm de diamètre x 50 cm de profondeur) seront réalisées aux sites expérimentaux des partenaires et mises en place sur le site pilote au Luxembourg. Il est prévu d'y comparer l'impact de trois intrants agronomiques : digestat de biométhanisation brut et deux engrais chimiques (nitrate d'ammonium et sulfate d'ammonium). Le site sera équipé de sorte à pouvoir suivre en continu pendant au moins deux années hydrologiques (deux périodes culturales) les paramètres climatiques (précipitation, température et humidité de l'air) et les paramètres du sol (teneur en eau, température, conductivité électrique, capacité de rétention en eau). Des analyses régulières seront réalisées pour comprendre la dynamique des formes d'azote au sein des solutions de sol, des eaux de drainage et pour quantifier les émissions de GES. Ce site lysimétrique aura une vocation pérenne pour mettre en place des essais lysimétriques de fertilisation sur les sols caractéristiques de la GR.

L'activité 5.3 adressera la question de la durabilité de la biométhanisation des effluents animaux comparée à une agriculture sans biométhanisation quant au stock de carbone organique dans les sols. Cette durabilité doit aussi être clairement confirmée avant de pouvoir de manière certaine affirmer le rôle bénéfique de ce processus. Dans l'action 5.3, une étude comparative sera conduite sur des parcelles fertilisées avec du digestat depuis 5 et 10 ans et comparées à des parcelles fertilisées de manière conventionnelle avec des engrais chimiques complétés par des effluents d'élevage bruts. La comparaison se fera entre parcelles suffisamment proches et localisées sur un même type de sol. Les unités de biométhanisation partenaires mettront leurs sols et historiques de fertilisation à disposition et des fermes proches hors biométhanisation fourniront des sols et données similaires. Les sols des deux types d'agricultures seront analysés et comparés pour leur teneur en carbone organique, leur biodiversité microbienne, et les formes d'azote présentes.

Calendrier :

1. Etude comparative de la fertilité des sols en agriculture conventionnelle et de l'agriculture avec biométhanisation (Juillet 2016 –juillet 2018).
2. Mise en place des vitrines agronomiques et du site lysimétrique (Juillet-octobre 2016)

PERSEPHONE

3. Suivi de l'application des intrants (en phase avec les pratiques agricoles) pendant deux-trois cycles hydrologiques (octobre 2016- avril 2018) sur vitrines agronomiques et lysimètres
4. Traçage du devenir de l'azote des engrais chimiques sur lysimètres (printemps 2017)
5. Interaction intrant – fonctionnement microbiologique (période 2017-2019) pour améliorer la gestion durable de la capacité agronomique des différents types de sol

Action 6 : Collaboration avec les sociétés et les services impliqués dans la gestion de l'eau et la protection de l'environnement pour objectiver les apports de la filière de biométhanisation au maintien de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques.

Collaboration avec les sociétés et les services impliqués dans la gestion de l'eau et la protection de l'environnement pour objectiver les apports positifs de la filière de biométhanisation

Opérateurs participants :

IZES gGmbH

L'ensemble du partenariat en contribuant à l'établissement d'une base de données en provenance des essais et démonstrations de cracking de digestats (Action 3) et des vitrines agronomiques, du site lysimétrique, et de l'étude comparative agriculture avec ou sans biogaz (Action 5).

Public cible :

Agriculteurs, ministères, organisations de protection de la nature, organisations de protection de l'eau

Résultat de l'action :

Activité 6.1 : Rapport de comparaison des stratégies, en tenant compte des coûts liés à la protection de l'eau et d'aspects écosystémiques dans la gestion de l'énergie.

Activité 6.2 : Rapport sur les puissances et défauts de la gestion actuelle de biogaz, sur la protection de l'eau et de l'écologie.

Activité 6.3 : outils de financement

Activité 6.4 : atelier avec les acteurs sur les outils de financement ; élaboration définitive des options de financement.

Activité 6.5 : Stratégie fixée en collaboration avec l'ensemble des acteurs de la Région.

Description des actions :

La mise en place de biométhanisation agricole a des impacts sur de nombreux domaines de l'espace rural. La protection de la nature et de l'eau peut être garantie par une gestion optimale du digestat. A contrario, une mauvaise gestion peut dégrader la qualité de l'eau.

L'alimentation des unités de biométhanisation en Allemagne et au Grand-Duché par la monoculture de maïs est critiquée.

Des craintes sont émises pour la gestion de l'eau à cause de l'augmentation de l'épandage du digestat et du renforcement de la monoculture du maïs. Les avocats de ces hypothèses pensent qu'il y aurait des conséquences négatives par rapport à la protection de l'eau et la qualité de l'air.

A ces critiques nous pouvons réagir. Des changements et des améliorations des systèmes agricoles par les nouvelles technologies de gestion et d'épandage des digestats sont réalisables. P. ex. : Forschungsverband EVA (2005-2015), GNUT Biogaz (2010–2014), MULLE (2011–2014), Contenu des

PERSEPHONE

produits de la biofermentation et possibilité de leur valorisation par les végétaux (2008). De plus, les essais et démonstrations réalisés dans le cadre du projet ECOBIOGAZ sur le versant wallon indiquent clairement qu'à niveau de fertilisation égal, les digestats protègent bien mieux la qualité de l'eau souterraine que les engrais de synthèse.

L'intégration du Biogaz dans la production agricole peut dès lors améliorer plusieurs fonctions de protections : pour l'aménagement du système de bonification (EEG) par exemple l'intervention des biomasses entrant dans le processus de biogaz peut contribuer à une augmentation de la biodiversité par la plus grande diversité des systèmes de production.

De même, par l'introduction dans les systèmes de production agricoles de différentes plantes (céréales immatures, mélange de plantes sauvages, couverture des sols en hiver) on arrive à optimiser les techniques de production de biogaz tout en réduisant l'érosion superficielle des sols en optimisant l'absorption des éléments fertilisants.

En comparaison directe avec le lisier, les digestats peuvent, sur base de leur caractéristique liquide et leur concentration élevée en éléments fertilisants combinés à des techniques de gestion d'épandage optimales, présenter des avantages certains pour une protection des eaux. (Faßbender et al 2012).

Dès lors, dans ce contexte, l'Action 6 vise à analyser et évaluer les avantages de la production de biogaz et des digestats par rapport à la situation actuelle de l'agriculture conventionnelle basée sur une fertilisation mixte en effluents animaux bruts et en engrais de synthèse. Le but est de mettre en valeur les avantages des services écosystémiques, suite à la production de biogaz. Le défi de l'Action 6 est de présenter de manière transparente les coûts environnementaux pour la mise en valeur du capital naturel, afin de pouvoir décrocher de nouvelles sources de revenus pour les gestionnaires des installations, sous l'aspect de protection de la nature. On peut alors attribuer les coûts selon le principe pollueur-payeur. Une autre mission est d'analyser les législations des autres états, ainsi que la position des autorités et des ONG. Une stratégie, qui servira comme guide d'action des différents états, sera établie.

Les activités :

Activité 6.1 Intégration de la protection de l'eau et de la nature dans les systèmes de bonification des différents états-membres.

Une comparaison des différents systèmes de bonification a été réalisée dans le projet ECOBIOGAZ. Suite à cela, dans le projet PERSEPHONE, il est prévu de réaliser une analyse systématique des différentes structures de bonification (présents et ceux à venir) en intégrant les aspects de protection de l'eau et de la nature. Des entretiens avec les ministères compétents, les représentants du secteur du biogaz et les gestionnaires des installations de biogaz, serviront de base pour établir un ancrage des critères relatifs à la gestion de l'eau et des écosystèmes dans les cadres nationaux énergie-économies, ainsi que la détermination des niveaux de bonification (€ ct/kWh) pour ces services.

Activité 6.2 Avantage et inconvénients du biogaz en agriculture dans le cadre des discussions dans les différents pays.

En se basant sur une analyse bibliographique, des guides pour des entretiens seront établis pour les différents pays et on visera à faire ressortir les axes de recherche qu'il faudra initier pour les appliquer en pratique. Le but est d'évaluer, pour la GR, les avantages et inconvénients d'une intégration de la production de biogaz par rapport aux services écosystémiques. Ainsi, en comparaison avec l'action 6.1 il sera possible de tirer des conclusions sur les conséquences de l'organisation des différents systèmes de bonification en fonction des pratiques agricoles envisagées.

PERSEPHONE

Activité 6.3 possibilité de financement

Une éventuelle idée de financement pour le secteur biogaz en agriculture serait la comparaison des coûts pour le traitement d'eau potable suite à la diminution du niveau de contamination de l'eau (N,P) grâce à l'intégration d'une installation de biogaz et d'une gestion optimale de la fertilisation. Il faudrait donc en collaboration avec la gestion de l'eau des divers versants de la GR, déterminer les coûts du traitement de l'eau suite aux surcharges en nitrate et phosphore d'origines agricoles. La comparaison sera réalisée sur la base de la mise en place d'une installation de biogaz type de 500 kW. Le calcul sera effectué sur base d'une réflexion commune pour l'ensemble de la Grande Région. Suite à cela des approches potentielles de financement seront proposées.

Activité 6.4 intégration des parties prenantes

La communication avec les autorités compétentes est un aspect important pour le développement des stratégies. Il est prévu de mettre en place un atelier avec toute personne concernée, afin d'intégrer les parties prenantes (administrations des pays, ONG). Les possibilités de financement établies dans l'activité 6.3 seront discutées et des barrières éventuelles seront abordées. Les résultats de cette activité seront intégrés dans l'activité 6.5.

Activité 6.5 Développement de stratégie

En intégrant les résultats des activités précédentes, on établira une stratégie finale pour les décideurs (autorités publiques, OGN), avec des conseils concrets d'action pour les secteurs protection de la nature, biogaz et eau. Le but de l'évaluation monétaire des services écosystémiques est la création d'une base d'argumentation pour l'intégration de critères relatifs aux écosystèmes dans la gestion du secteur de biogaz de la GR.

Calendrier :

6.1: 1^{er} et 2^e semestres

6.2 : 1^{er} et 2^e semestres

6.3 : 3^e et 4^e semestres

6.4 : 4^e et 5^e semestres

6.5 : 6^e semestre

Action 7 : Estimation écologique et faisabilité économique des actions 3 à 6 pour la branche du biogaz.

Estimation écologique et faisabilité économique des actions 3 à 6 pour la branche du biogaz.

Opérateurs participants :

IZES gGmbH

L'ensemble du partenariat PERSEPHONE pour fournir les données nationales et les résultats des Actions 3, 4, et 5.

Public cible :

Gestionnaire d'installation de biométhanisation, agriculteurs, ministères, ONG

Résultat de l'action :

Evaluation du cycle de vie pour l'intégration de l'hydrogène et des algues dans la production de biogaz et de la gestion des engrais ;

Rapport sur l'importance économique de la production de biogaz pour la Grande Région.

Rapport sur la bioéconomie dans la Grande Région

Description des actions :

Les actions 3 à 6 ont pour but de diversifier et d'évaluer la production de biogaz selon les aspects techniques et les possibilités d'exploitation prises individuellement.

(i) Valorisation des engrais de ferme

(ii) Intégration de la culture d'algues et de la biométhanisation

(iii) Injection d'hydrogène renouvelable dans le système de production de biogaz

(iv) Valorisation des performances des écosystèmes et les avantages pour la gestion de l'eau des nouvelles stratégies proposées

Dans l'action 7, les actions précédentes sont analysées du point de vue de la protection du climat et de la signification dans l'économie nationale.

Le but de l'action 7 est un contrôle complémentaire des possibilités de contributions des installations de biogaz dans la nouvelle bioéconomie à tel point qu'à côté de la mise à disposition de l'énergie d'autres produits durables sont aussi offerts.

Par conséquent ces produits durables doivent avoir un effet positif sur la croissance et le développement de l'espace rural.

Activité 7.1 : Emission de gaz à effet de serre.

Le but de cette activité est de mettre en évidence l'importance des installations de biogaz concernant la protection du climat dans la Grande Région.

PERSEPHONE

Elaborées sur base des résultats du projet OPTIBIOGAZ (focalisé sur l'optimisation de la production de biogaz) et ECOBIOGAZ (approche écologique et économique de la biométhanisation), une série de questions restent en suspens et seront adressées dans ce projet PERSEPHONE.

- 1) Quel est l'impact de l'injection d'hydrogène renouvelable (éolien et photovoltaïque) dans l'installation de biogaz sur le bilan écologique de la production de biogaz quant à l'émission des gaz à effet de serre et sur le bilan énergétique cumulé ?
- 2) L'intégration de la production d'algues dans une station de biométhanisation offre-t-elle un avantage relativement à la protection du climat ?

Cette approche ne sera viable que si les produits qui sont obtenus dans les installations de biométhanisation comme la chaleur, l'électricité et le CO₂ sont valorisés dans la raffinerie d'algues. Le système limitant est dans ce cas le réacteur algal ou plutôt la raffinerie.

- 3) Comment le recours à l'utilisation du digestat à la place de la fertilisation minérale et du lisier brut contribue à la protection du climat et comment dimensionner cet impact positif ?

Pour l'intégration de l'hydrogène et de la production d'algues, une série de calculs doivent être élaborés pour – l'économie en termes d'émission de CO₂ – équivalence (par exemple CO₂ ou CH₄) grâce aux exemples concrets réalisés sur les installations de démonstrations dans l'Action 3.

L'unité fonctionnelle de calcul sera une mesure actuelle : kWh, liée au pouvoir calorifique élevé du biogaz (pour ce qui concerne les algues et l'hydrogène) ou bien l'efficacité des matières nutritives pour le domaine de la gestion de la fertilisation (en équivalent chimique).

Dans le domaine de la valorisation des engrais organiques, il reste une série de travaux à réaliser comme respectivement le bilan écologique en se basant sur les résultats de projets comme INEMAD et OPTIBIOGAZ. Les données de ces deux projets respectifs et les informations produites au cours de PERSEPHONE seront complétées en consultant la littérature ou bien les valeurs d'autres projets.

Une analyse informatisée décrira de façon qualitative la valorisation de la gestion de la fumure sur la protection du climat.

A l'aide des installations de biométhanisation présentes dans la Grande Région et grâce aux possibilités de construction décrites dans le cadre d'ECOBIOGAZ et OPTIBIOGAZ, l'efficacité de la protection du climat dans la Grande Région sera bien évaluée.

Activité 7.2 Aspects macroéconomiques

Dans les actions précédentes, la prise en compte des répercussions de l'activité économique des exploitations est une bonne base pour calculer la signification macroéconomique de la diversité de la production de biogaz.

Avec l'observation de la situation actuelle des installations dans chaque pays ainsi que des possibilités de développement dans le secteur de l'énergie, il sera possible d'élaborer des scénarios quant au développement de l'emploi en zones rurales des possibilités d'investissement et de développement de nouveaux tissus économiques.

Activité 7.3 Evaluation globale relative à la bioéconomie dans la Grande Région

Pour terminer, on réalisera l'estimation de la diversification et de l'intensification de la production de biogaz dans la Grande Région.

PERSEPHONE

Le but est d'estimer comment une modification de la production et une valorisation du biogaz peuvent influencer positivement le développement rural et présenter une alternative de revenu additionnel.

De surcroît, les dispositions actuelles légales seront considérées dans une stratégie de réorientation de la filière de production de biogaz. Par exemple, en Allemagne, les nouvelles stratégies entrevues par PERSEPHONE pourront servir d'alternatives aux mesures de soutien du secteur de la production de biogaz (fin du système de remboursement EEGs).

Les connaissances et nouvelles voies de valorisation préconisées par PERSEPHONE doivent dans le cas de la fin du modèle de remboursement EEGs être réalisées de manière concertée avec les autres pays de la Grande Région en vue d'une harmonisation européenne du secteur.

Calendrier :

Activité 7.1 : du 3^e au 5^e semestres

Activité 7.2 : du 3^e au 5^e semestres

Activité 7.3 : 6^e semestre