

Projet Vitivalo

Facteurs d'émissions directes



Types de données :

- Elément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1
 - niveau 2
 - niveau 3
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité

Flux concernés :

- Gaz à effet de serre
 - CO₂
 - CH₄
 - N₂O
- Consommation d'énergie
- Qualité de l'air
 - NH₃
 - NO_x
 - Particules

1. Partenariat

Université Savoie Mont-Blanc (Laboratoire de Chimie Moléculaire et Environnement), professionnels viticoles et de pépinières viticoles, services de l'Etat (DREAL, DRAAF, DDT, Chambre Agriculture Savoie, CCI Savoie), collectivités territoriales savoyardes (élus et services), laboratoires de recherche (LOCIE-USMB/CNRS, AMVALOR-ENSAM), bureau d'études INDIGGO et Amarilis, associations et agences environnementales (Atmo AuRA, ASDER), entreprise de collecte (TRIALP) et Crédit Agricole des Savoie.

2. Financement

Conseil Savoie Mont-Blanc, ADEME, Communauté de Communes Cœur de Savoie, syndicat des Vins de Savoie, Syndicat des Pépiniéristes Viticoles de Savoie, le GDA Cœur de Savoie et la Chambre d'Agriculture Savoie Mont Blanc, Université Savoie Mont-Blanc, Fondation USMB, Crédit Agricole des Savoie et financement participatif.

3. Durée

2017 – 2022

4. Objectifs

(1) Mesurer les facteurs d'émissions en NO_x et particules fines générés par le brûlage à l'air libre des déchets bois (sarments, souches, plants de vigne) issus de la filière viticole (vignoble et pépinières). En effet, face au constat du véritable manque de données de facteurs d'émission, des mesures sur le terrain sont réalisées pour identifier et quantifier les particules fines et les principaux composés toxiques et dangereux émis lors du brûlage à l'air libre des déchets viticoles en fonction de plusieurs paramètres. Le LCME s'appuie pour cela sur un pilote de mesures à l'émission des fumées après dilution équipé des méthodes d'échantillonnage déjà utilisées auparavant, et en partenariat avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

(2) Développer de nouvelles filières de valorisation des déchets viticoles ligneux (issus de la viticulture et des pépinières viticoles) durables et dans un contexte d'économie circulaire, en impliquant de nombreux partenaires professionnels, institutionnels, publics, universitaires et associatifs, sur le territoire.

5. Livrables

Rapports et articles scientifiques sur les résultats obtenus à partir des analyses.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Facteurs d'émission des polluants atmosphériques émis lors du brûlage à l'air libre de sarments.

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

<https://www.univ-smb.fr/vitivalo/>

Projet **ELFE**

Elevages et **F**acteurs d'**E**mission



Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (*modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 2 (*modèle prenant en compte des conditions pédoclimatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 3 (*modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production*)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

- Gaz à effet de serre**
 - CO₂
 - CH₄
 - N₂O
- Consommation d'énergie
- Qualité de l'air**
 - NH₃

1. Partenariat

ADEME, ARVALIS, CITEPA, CRAB, IDELE, IFIP, INRA-UMR ECOSYS, INRA-UMH, INRA-UMR PEGASE, INRA-UMR SAS, INRA UMR-UREP, IRSTEA, ITAVI

2. Financement

ADEME, ANR, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

3. Durée

2016-2019

4. Objectifs

Des acteurs de la recherche et du développement se sont donc associés afin de développer une base de données appelée ELFE (Elevages et Facteurs d'Emission), compilant les valeurs publiées dans la littérature internationale des émissions d'ammoniac, de gaz à effet de serre, de particules et d'odeurs, sur toute la chaîne de gestion des effluents des élevages bovins, porcins et avicoles ainsi que leurs métadonnées associées. Les émissions concernent toute la chaîne de gestion des effluents, lors des différents postes d'émissions (bâtiment, pâturage, stockage, traitement, épandage des effluents). Parmi les 1 000 références bibliographiques collectées, environ 350 ont été intégrées à ce jour à la base de données, fournissant ainsi, un peu plus de 5 200 valeurs d'émission. La base de données ELFE permet de déterminer des moyennes d'émission associées à leurs écarts-types prenant en compte la diversité des systèmes d'élevage. Ces données pourront ainsi alimenter les inventaires nationaux d'émissions en proposant des facteurs d'émissions ajustés à des systèmes d'élevage définis et également, permettre d'évaluer la mise en place de pratiques de réduction des émissions. Cette base de données représente aussi une source d'informations pour la réalisation d'évaluations multicritères permettant notamment, de préciser l'influence de paramètres sur les niveaux d'émissions (climat, type de bâtiment, etc.).

5. Livrables

Les livrables du projet sont constitués de bases de données, de publications scientifiques, de publications et communications techniques.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Les Facteurs d'Emissions des systèmes d'élevages pour l'ammoniac, les GES, les particules et odeurs.

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

Hassouna, Melynda; Vigan Aurore, 2019, "Database to collect emission values for livestock systems : ELFE database", <https://doi.org/10.15454/MHJPYT>, Portail Data Inra, V1 (accès le 30/09/2019)

Vigan Aurore, Hassouna Mélynda, Guingand Nadine, Brame Coline, Edouard Nadège, Eglin Thomas, Espagnol Sandrine, Eugène Maguy, Générumont Sophie, Lagadec Solène, Lorinquer Elise, Loyon Laurence, Ponchant Paul, Robin Paul, 2019. Development of a Database to Collect Emission Values for Livestock Systems, Dataset paper, Journal Of Environmental Quality, doi:10.2134/jeq2019.01.0007

Vigan Aurore, Hassouna Mélynda, Brame Coline, Edouard Nadège, Eglin, T., Espagnol Sandrine, Eugène Maguy, Générumont Sophie, Guingand Nadine, Lagadec Solène, Lorinquer Elise, Loyon Laurence, Ponchant Paul, Robin Paul, 2018. La base de données ELFE : vers une meilleure connaissance des émissions gazeuses liées à l'élevage. Renc. Rech. Ruminants, 2018, 24, 483-487.

Vigan, A., Guingand, N., Espagnol, S., Hassouna, M., Lagadec, S., Loyon, L., Mathias, E., Eglin, T., Robin, P., 2018. Contribution de ELFE à l'établissement de facteurs d'émission d'ammoniac par les bâtiments et le stockage en élevage porcin. Journées Recherche Porcine, 50, 13-24.

Vigan, A., Ponchant, P., Guingand, N., Espagnol, S., Hassouna, M., Lorinquer, E., Lagadec, S., Brame, C., Edouard, N., Générumont, S., Loyon, L., Eugène, M., Klumpp, K., Fiorelli, J-L., Mathias, E., Legall, C., Cohan J-P., Eglin, T., Robin, P., 2017. 12èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, France. 386-390.



Projet "EnR2"

Des outils et références pour la production d'Énergies Renouvelables dans les élevages de Ruminants en France

Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (*modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 2 (*modèle prenant en compte des conditions pédoclimatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 3 (*modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production*)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

- Gaz à effet de serre**
 - CO₂
 - CH₄
 - N₂O
- Consommation d'énergie**
- Qualité de l'air**
 - NH₃
 - NO_x
 - Particules

1. Partenariat

Institut de l'Élevage (pilote), Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire (Ferme expérimentale laitière de Derval), AgroParisTech (Ferme expérimentale de Grignon), AGESEM (station expérimentale veaux de boucherie, le Rheu), Chambres d'Agriculture (Indre-et-Loire, Côte-d'Or, Saône-et-Loire, Rhône, Cantal, Bretagne), Lycée agricole Olivier de Serres (Ferme expérimentale caprine du Pradel), le réseau des établissements d'enseignement agricole.

2. Financement

CNE, Cniel

3. Durée

24 mois (Septembre 2018-Août 2020)

4. Objectifs

Les objectifs sont de mieux connaître, au travers d'expériences de terrain et d'acteurs clés dans le déploiement de ces technologies, le processus de réalisation d'un projet, les types et quantité d'énergie produite, les données techniques des équipements, leurs coûts d'investissement et de fonctionnement.

L'étude portera sur quatre sources d'énergie pertinentes en élevage de ruminants, à savoir :

- le solaire photovoltaïque
- le bois énergie
- le solaire thermique
- la méthanisation

Un focus sera aussi mis sur un modèle adapté aux élevages français, la petite méthanisation, ainsi qu'une réflexion sur les possibilités de développement du biogaz porté.

Le projet est articulé en 2 actions :

Action 1 – Consolidation de données et d'expertise de fermes d'élevage productrices d'EnR : aider à leur développement par l'élaboration d'un outil d'aide à la décision

Action 2 – Production de références technico-économiques sur le fonctionnement de deux procédés de petite méthanisation

5. Livrables

- Un outil d'aide à la décision sous forme d'arbre de décision, pour aider à identifier les opportunités et le type d'énergie renouvelable à proposer en fonction des atouts et contraintes de l'élevage.
- Une synthèse sur les réussites techniques et économiques de la petite méthanisation en voie liquide et sur les acteurs clés.
- Une brochure favorisant la connaissance et la mise en place d'équipements de production d'énergie renouvelable dans les exploitations d'élevage illustrée par des témoignages sur les réussites et motivations de leur choix.
- Une brochure sur les résultats de production d'électricité photovoltaïque en fermes expérimentales.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Les résultats de ce projet permettront d'alimenter la fiche Cadrage méthodologique : Production et valorisation d'énergie dans les exploitations agricoles

7. Pour aller plus loin

François Gervais (Tél. 02 41 18 61 70 ; francois.gervais@idele.fr)

Jean-Yves Blanchin (Tél. 04 92 72 33 57 ; jean-yves.blanchin@idele.fr)

Projet "ALBEDO-
Prairies"

ALBÉDO-prairies : Etude du 3ème levier de
l'atténuation du réchauffement climatique



Types de données :

- Elément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (*modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 2 (*modèle prenant en compte des conditions pédoclimatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 3 (*modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédoclimatiques et l'itinéraire technique de production*)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

- Gaz à effet de serre**
 - CO₂
 - CH₄
 - N₂O
- Consommation d'énergie**
- Qualité de l'air**
 - NH₃
 - NO_x
 - Particules

1. Partenariat

Institut de l'élevage, UPS-CESBIO (Université Paul Sabatier-Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère) sous la quintuple tutelle de l'Université Paul Sabatier, du CNRS, du CNES, de l'IRD et de l'INRA et ...), INRA (UMR 1348 Pégase) Site INRA de Méjusse, Station expérimentale de Trévez (29), Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou (49), Station expérimentale de Derval (44), Ferme du Pradel (07), Ferme expérimentale de Jalogny (71), CIIRPO (Ferme du Mourier 87), AFPP (Association Française pour la Production Fourragère). L'enseignement agricole sera représenté au travers du site du Pradel et de son lycée l'EPLEFPA d'Aubenas.

2. Financement

Montant total du projet : 356 672 €
Subvention CASDAR: 283 600 €

3. Durée

42 mois, à compter du 1^{er} janvier 2020

4. Objectifs

L'albédo, est le pouvoir réfléchissant d'une surface, c'est-à-dire le rapport de l'énergie solaire réfléchi par rapport à l'énergie reçue. On peut considérer que dans le cadre de la lutte contre le réchauffement, il faut favoriser le renvoi d'énergie vers l'espace (cf. approches SRM de l'IPCC). Volet important de l'effet d'une activité sur le changement climatique, le Forçage Radiatif net (RFnet) d'une pratique agricole est généralement évaluée via les émissions de gaz à effet de serre qu'elle provoque ou le stockage/déstockage de carbone qu'elle engendre : c'est ce qu'on appelle les composantes biogéochimiques du forçage radiatif net. Moins connues sont les composantes biogéophysiques du RFnet dont l'albédo. Cette composante du RFnet lié aux pratiques agricoles a été évaluée pour les grandes cultures et les couverts intermédiaires, et elle a pu être comparée aux composantes biogéochimiques. Il est apparu dans certains cas (mise en place de cultures intermédiaires) que la gestion de l'albédo pouvait constituer un très bon levier d'atténuation du réchauffement climatique. Il existe beaucoup moins de travaux concernant l'albédo des prairies.

Le projet ALBÉDO-Prairies vise donc, in fine, à mettre au point et à maîtriser les termes de bilans environnementaux de l'utilisation des prairies qui prendraient en compte l'albédo. Ces bilans peuvent avoir beaucoup de sens à l'échelle de systèmes d'exploitation, à l'échelle de territoires pour infléchir des politiques d'aménagement par exemple, et à l'échelle de filières (en réponse aux demandes sociétales). Ceci passe par la mise au point de calculs pertinents à ces différentes échelles, mais aussi et surtout par une meilleure connaissance de l'albédo des prairies, de ses facteurs de variation (sols, pratiques agricoles, climats) et de sa dynamique de variation tout au long de l'année.

- C'est pourquoi la première action du projet doit consister à mettre en place et faire fonctionner un réseau de 7 sites de mesure de l'albédo en fermes expérimentales, pour compléter substantiellement les quelques résultats déjà connus issus des instrumentations en place (réseau ICOS), notamment par rapport au lien entre gestion de la prairie et albédo
- Ces mesures permettront d'étalonner et de consolider des algorithmes de calcul de l'albédo à partir d'images satellitaires à haute résolution (ex. Sentinel 2). Sentinel 2 est un satellite qui fournit des images tous les 5 jours ce qui permet d'envisager une cartographie dynamique de l'albédo, en lien avec la connaissance des pratiques de valorisation des prairies (Fauche/pâture) et le climat. Ce sera l'objectif principal de l'action 2 du projet.
- La troisième action du projet est conçue comme une action de première valorisation des acquis du projet puisqu'elle consistera à réaliser une analyse des effets de l'albédo à plusieurs échelles (calculs de forçages radiatifs aux échelles exploitation, et territoire via la cartographie Haute Résolution de l'albédo) avec une comparaison aux autres composantes du RFnet Global : les bilans de C et de GES.

5. Livrables

- de nouveaux outils de mesure (Albédomètres de terrain, mesures satellitaires) et d'intégration de ces mesures à différentes échelles ;
- diffusion vers les milieux scientifiques ;
- amélioration de la connaissance de l'albédo des prairies, pour le secteur de l'élevage et en complément des connaissances déjà centralisées sur d'autres composantes des systèmes cultivés : grandes cultures, cultures intermédiaires, forêts, agroforesterie.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Mise à jour de la fiche Exploration méthodologique : *La prise en compte de l'effet de l'occupation des sols et des pratiques sur l'albedo et les flux d'énergie et leurs impacts sur le climat.*

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

Ceschia E, Mary B., Ferlicoq M., Pique G., Carrer D., Dejoux J-F., Dedieu G., 2017 - Potentiel d'atténuation des changements climatiques par les couverts intermédiaires. *Innovations Agronomiques* 62 (2017), 43-58

contact : pierre.mischler@idele.fr, jean-christophe.moreau@idele.fr, eric.ceschia@cesbio.cnes.fr

Thèse ACV

Evaluation des fermes maraîchères biologiques



Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (*modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 2 (*modèle prenant en compte des conditions pédo-climatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 3 (*modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production*)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

- Gaz à effet de serre**
 - CO₂
 - CH₄
 - N₂O
- Consommation d'énergie**
- Qualité de l'air**
 - NH₃

1. Partenariat

INRA-UMR SAS et CTIFL

2. Financement

CTIFL, INRA, ANRT

3. Durée

2019 - 2021

4. Objectifs

Ce travail de thèse a comme objectif de répondre aux questions suivantes :

- Comment évaluer la performance environnementale de systèmes maraîchers en AB situés sur un gradient allant de « Système simple, intensif en intrants extérieurs » à « Système complexe, intensif en agroécologie » ?
- Comment adapter le cadre méthodologique de l'ACV à l'évaluation de systèmes complexes basés sur l'agroécologie ?
- Quels indicateurs complémentaires à l'ACV pour évaluer l'impact sur la biodiversité cultivée et spontanée d'une gamme de systèmes maraîchers en AB ?
- Comment modifier les systèmes de production maraîchers en AB afin de réduire leurs impacts environnementaux ?
- Comment utiliser les résultats obtenus pour formuler des propositions de modification du cahier des charges de l'AB, afin de contribuer à l'amélioration de la performance environnementale des systèmes AB ?

En répondant à ces questions le travail de thèse va produire des connaissances nouvelles sur l'évaluation environnementale de systèmes agricoles complexes, basés sur l'agroécologie. Ceci permettra d'enrichir le cadre méthodologique de l'ACV. Les connaissances produites seront utiles aux systèmes AB, mais également aux systèmes conventionnels qui ont comme ambition de substituer graduellement les intrants de synthèse par des pratiques agroécologiques

5. Livrables

Les livrables du projet sont constitués de publications scientifiques, d'une thèse, de publications et communications diverses.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Un enrichissement du cadre méthodologique et potentiellement de nouveaux modèles d'émissions.

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

Contacts :

- Hayo van der Werf (hayo.van-der-werf@inra.fr)
- Dominique Grassely (dominique.grasselly@ctifl.fr)

Projet CSOPRA

Stockage de carbone dans les sols



Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (*modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 2 (*modèle prenant en compte des conditions pédo-climatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 3 (*modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production*)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

Gaz à effet de serre

- CO₂
- CH₄
- N₂O

Consommation d'énergie

Qualité de l'air

- NH₃
- NO_x
- Particules

Intitulé complet : Méthodes de comptabilisation du stockage de carbone organique des sols sous l'effet des pratiques culturales

1. Partenariat

INRA-Infosol, INRA-ASTER, ARVALIS, CITEPA, CNRS-CEA-UVSQ, INRA-AgroClim, INRA-AgroImpact, INRA-Agro-Transfer-RT

2. Co-financement

ADEME (REACTIF)

3. Durée

2014 - 2018

4. Objectifs

Ce projet s'appuie sur un effort de mise en commun de données de suivi long terme (issue du projet CASDAR AMG) pour valider des modèles Tier 3 de complexité variable, et déduire des niveaux d'incertitudes associés à ces modèles. Les modèles sont appliqués dans un second temps à l'ensemble des sites RMQS en grandes cultures et sont contraints, en fonction des données disponibles, par des forçages. A l'issue de ce travail, une méthode pour l'estimation des niveaux de stockage de carbone dans les sols français, liés aux différentes pratiques et systèmes de cultures, et prenant en compte la variabilité pédo-climatique du territoire, est proposée. Ces travaux seront pris en compte dans le projet d'évolution de la méthode d'estimation de l'évolution du carbone du sol mise en œuvre par le CITEPA dans le cadre des inventaires nationaux (cf fiche projet correspondante).

5. Livrables

- Infrastructure de gestion de données et de simulation Csopra rassemblant les données AIAL et RMQS
- Evaluation des modèles mécanistes Roth C, Century, Orchidée, AMG et du modèle GIEC tier 1 sur la base de suivis de long terme
- Base de données sol et pratiques agronomiques sur les sites RMQS en grandes cultures
- Méthode Tier 2 ou 3 pour les grandes cultures nationales

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Détails sur le domaine de validité des références produites, particularités par rapport aux données actuellement disponibles.

- Données d'activité : 400 sites en grandes cultures avec données pédoclimatiques et pratiques culturales, sur lesquels des modèles de culture complexes peuvent être appliqués
- Aide au choix des modèles sur la base des travaux de comparaison
- Fonction d'erreur sur quatre modèles de niveau 3 (Roth C, Century, Orchidée, AMG)
- Amélioration de la méthode d'estimation de l'évolution du carbone du sol mise en œuvre par le CITEPA - cf fiche CITEPA

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

Martin, M., Dimassi, B., Millet, F., Picaud, C., Bounoua, E.-M., Bardy, M., Bispo, A., Boulonne, L., Bouthier, A., Duparque, A., Eglin, T., Guenet, B., Huard, F., Mary, B., Mathias, E., Mignolet, C., Robert, C., Saby, N., Sagot, S., Schott, C., Toutain, B., Trochard, R., 2019. Méthodes de comptabilisation du stockage de carbone organique des sols sous l'effet des pratiques culturales (CSopra)

Projet GRAINE CE-
Carb

Stockage carbone dans les sols des cultures
énergétiques



Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (*modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 2 (*modèle prenant en compte des conditions pédoclimatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 3 (*modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production*)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

Gaz à effet de serre

- CO₂
- CH₄
- N₂O

Consommation d'énergie

Qualité de l'air

- NH₃
- NO_x
- Particules

Intitulé complet : Cultures Energétiques et stockage de CARBONE dans les sols

1. Partenariat

INRA (UR AgrolImpact), ECOSYS, Arvalis et Agro-Transfert Ressources et Territoires

2. Financement

Partenaires et ADEME

3. Durée

42 mois

Du 16/11/2017 au 16/04/2021

4. Objectifs

Les objectifs du projets sont : i) 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 ; ii) identifier les déterminants des variations de stocks observées ; iii) évaluer leurs conséquences sur le bilan GES des cultures ; iv) 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.

5. Livrables

Le projet CE-CARB apportera des références concernant l'impact d'une large gamme de cultures énergétiques sur les stocks de C du sol (livrable du lot 1). Il devrait aussi permettre d'améliorer notre compréhension du déterminisme du stockage de carbone sous ces cultures énergétiques (livrable du lot 2). Le projet débouchera aussi sur le paramétrage d'un outil de simulation (SIMEOS-AMG), facilement réutilisable pour de futures évaluations.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Concernant l'acquisition de références expérimentales, le projet se focalise sur deux expérimentations de longue durée, implantées en 2006 dans des pédoclimats contrastés : le dispositif « Biomasse & Environnement » (B&E, INRA d'Estrées-Mons, Somme) et la plateforme du GIE GAO (Haute-Garonne). Ces expérimentations ont fait l'objet de mesures initiales des stocks de carbone du sol et permettent de comparer différentes espèces et pratiques culturales. Une première mesure de l'évolution des stocks de carbone avait en outre déjà été réalisée sur le dispositif B&E en 2011-2012 (Ferchaud *et al.*, 2016). Le dispositif B&E permet de comparer des cultures pérennes (miscanthus, switchgrass), pluriannuelles (fétuque, luzerne) et annuelles (maïs, triticale). La plateforme du GIE GAO est centrée sur les cultures pérennes. Des campagnes d'échantillonnage et de mesure ont été réalisées en 2018 et 2019 afin de quantifier les stocks de carbone dans les différents traitements expérimentaux. Ces stocks seront exprimés à masse de sol équivalente et comparés aux stocks initiaux.

Le projet s'attachera également à expliquer les variations de stocks de carbone observées. 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. Cette évaluation sera réalisée par une approche couplant différentes mesures (quantification des restitutions de carbone par les résidus végétaux, caractérisation de la matière organique du sol (fractionnements, traçage isotopique ^{13}C) et l'utilisation d'un modèle d'évolution des stocks de carbone du sol (AMG).

Enfin, les cultures énergétiques étudiées dans le projet seront paramétrées dans l'outil de simulation SIMEOS-AMG et cet outil sera utilisé pour simuler l'impact de différents scénarios de production (espèces x pratiques x pédoclimats) sur les stocks de C du sol.

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

Ferchaud, F., Vitte, G., and Mary, B. (2016). Changes in soil carbon stocks under perennial and annual bioenergy crops. *Global Change Biology Bioenergy* 8, 290-306.

Contact: fabien.ferchaud@inra.fr

Projet CARSOLEL

Construction d'une méthodologie et d'un référentiel sur les flux de carbone dans les sols agricoles dans les territoires d'élevage bovin (France).



Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (*modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 2 (*modèle prenant en compte des conditions pédoclimatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 3 (*modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production*)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

- Gaz à effet de serre**
 - CO₂
 - CH₄
 - N₂O
- Consommation d'énergie**
- Qualité de l'air**
 - NH₃

1. Partenariat

Institut de l'élevage (pilote) et INRAE : UMR SAS, UMR PEGASE, UREP (INRAE, et sites SOERE Theix-Laqueuille), INRAE (SOERE Lusignan) UR3P et l'UE-Ferlus Lusignan

2. Financement

ADEME, programme Graine

3. Durée

42 mois (juillet 2018-décembre 2021)

4. Objectifs

Partant du constat que les acteurs en élevage ont besoin d'être mieux outillés pour aborder la question de la séquestration du carbone dans les plans d'action climat, notamment autour du rôle tenu par les prairies, CarSolEl vise à dégager des tendances robustes et fiables sur l'évolution des stocks de carbone et d'azote dans les sols agricoles, assorties de leurs conditions de validité et pouvant être intégrées dans des outils d'évaluation et d'aide à la décision. Le transfert des connaissances vers les conseillers est un élément clef du projet. CarSolEl mobilisera ainsi les acquis scientifiques des projets et modèles existants pour contribuer à la construction d'un modèle simple (basé sur l'intégration de données pédoclimatiques et de pratiques : rotation, durée de prairie, journées de pâturage, niveaux de fertilisation...) et d'un référentiel de valeurs de stockage/déstockage du carbone dans les sols, sur la base des simulations effectuées dans des territoires contrastés. Il fera pour cela le lien avec d'autres études en cours, notamment les études « prairies et gestion de l'azote », EFESÉ et 4p1000.

5. Livrables

Les livrables attendus du projet sont :

- Un référentiel sur les niveaux de stockage/déstockage de carbone dans les sols agricoles intégrant les pratiques courantes sur les systèmes de cultures et les pédoclimats rencontrés dans trois territoires d'élevage contrastés en France métropolitaine ;
- Un modèle simplifié utilisable pour un chiffrage rapide du niveau de stockage/déstockage de carbone dans une situation particulière ;
- Un guide pédagogique expliquant la méthode, l'utilisation du référentiel et du modèle, illustré d'exemples concrets.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Les résultats produits par CarSolEI permettront de mettre à jour les données de GES'TIM+ concernant le carbone du sol et de la biomasse, pour les surfaces en cultures et en prairie au niveau français.

7. Pour aller plus loin

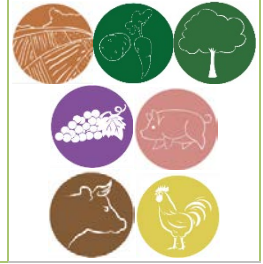
Contact :

Hélène Chambaut (helene.chambaut@idele.fr)

Laure Brun-Lafleur (laure.brun-lafleur@idele.fr)

Projet ACV MAFOR

Références sur les émissions directes et indirectes liées à l'épandage de matières fertilisantes d'origine résiduaire



Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (*modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 2 (*modèle prenant en compte des conditions pédo-climatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 3 (*modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production*)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

- Gaz à effet de serre**
 - CO₂
 - CH₄
 - N₂O
- Consommation d'énergie**
- Qualité de l'air**
 - NH₃
 - NO_x
 - Particules

Intitulé complet : Inventaires de cycle de vie et modèles d'émission au champ adaptés pour le recyclage agricole des matières fertilisantes d'origine résiduaire

1. Partenariat

CIRAD, INRA

2. Co-financement

ADEME (Agribalyse)

3. Durée

2017-2019

4. Objectifs

Le projet ACV-MAFOR propose d'incorporer dans AGRIBALYSE une collection d'inventaires de cycle de vie des traitements de résidus organiques produisant des matières fertilisantes d'origine résiduaire (MAFOR). Y compris le calcul des émissions directes au champ au moyen de modèles adaptés au mode d'action des MAFOR, qui prennent en compte les principaux mécanismes et facteurs déterminant des émissions.

Ces processus ciblant les MAFOR seront utilisés pour construire des nouveaux processus agricoles, en remplaçant tout ou partie des fertilisants chimiques, et en prenant en compte l'efficacité de la fertilisation.

5. Livrables

Des inventaires de cycle de vie (ICV) des processus de traitement de PRO, qui produisent ou coproduisent des MAFOR : compostage, co-compostage, stockage, déshydratation/séchage, et digestion anaérobie.

Un article sur les ICV et un autre article de revue sur les modèles d'émission directe (azotés) pertinentes pour l'ACV agricole, focalisé sur le maraîchage et l'agriculture en milieu tropicale.

Un outil sur tableur implémentant les modèles spécifiques et calculant les facteurs d'émission pour estimer les émissions directes au champ associées à l'utilisation des MAFOR dans l'agriculture.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

- Emissions au champ de l'utilisation des MAFOR

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

<https://ur-recyclage-risque.cirad.fr/principaux-projets/acv-mafor>

Avadí, A. (in prep.) Screening LCA of French organic amendments and fertilisers. Int J Life Cycle Assess

Avadí, A., Galland, V., Bockstaller, C. (in prep.) Suitability of simple N direct field emissions models to represent contrasting agricultural situations in agricultural LCA: review and prospectus. Int J Life Cycle Assess

Projet ACV Bio

Références sur des systèmes de production type



Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (*modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 2 (*modèle prenant en compte des conditions pédoclimatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 3 (*modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production*)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

- Gaz à effet de serre
 - CO₂
 - CH₄
 - N₂O
- Consommation d'énergie
- Qualité de l'air
 - NH₃
 - NO_x
 - Particules

Intitulé complet : Analyse du cycle de vie de produits issus de l'agriculture biologique française

1. Partenariat

INRA UMR SAS, ARVALIS, TERRES INOVIA, ESA, IDELE, ITAB, IFIP, ITAVI

2. Financement

ADEME (Agribalyse)

3. Durée

2017-2020

4. Objectifs

L'objectif principal du projet ACV Bio est la production de données d'inventaire de cycle de vie (ICV) et d'analyse du cycle de vie (ACV) des produits végétaux et animaux de l'agriculture biologique (AB) française à la sortie de la ferme. Les données d'ICV permettront d'enrichir la BDD AGRIBALYSE. Ceci permettra aux acteurs de l'AB de connaître les impacts de leurs productions et de mettre en œuvre des démarches d'amélioration des systèmes de production afin d'en réduire les impacts. L'évaluation des pratiques et systèmes de l'AB peut également s'inscrire dans une démarche plus générale d'éco-conception des systèmes agricoles, puisque ces pratiques et systèmes peuvent être mobilisés dans le cadre de l'agro-écologie au sens large, qui va au-delà de l'AB. Outre la production de références, le projet traite de questions méthodologiques visant à une meilleure prise en compte des cultures associées ainsi qu'à identifier des indicateurs complémentaires à l'ACV.

5. Livrables

Les livrables du projet ACV Bio sont :

- Une base de données (BDD) d'inventaire du cycle de vie de tous les systèmes de production végétale ou animale modélisés dans le projet. La base de données sera livrée directement à l'ADEME pour intégration dans la BDD AGRIBALYSE. Les données ACV Bio seront disponibles sous format Ecospol et SimaPro (formats lisibles par les différents logiciels ACV) et seront disponibles gratuitement sous réserve de posséder une licence Ecoinvent ;
- Un rapport final qui présentera les résultats du projet ainsi que la démarche suivie pour l'obtention des-dit résultats ;

- Un article scientifique publié dans une revue internationale à comité de lecture qui permettra de valider les résultats obtenus.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Détails sur le domaine de validité des références produites, particularités par rapport aux données actuellement disponibles.

Le projet AGRIBALYSE 1 (2010-2013) qui avait comme objectif de produire des données d'ICV correspondants à des systèmes moyens pour la France (ex. blé moyen France). Pour les systèmes en agriculture biologique ceci n'est pas possible, faute de données suffisantes. De ce fait le projet ACV Bio vise la production des données d'ICV qui représentent une partie de la diversité des systèmes en agriculture biologique en France, sans pouvoir quantifier la part de la diversité totale représentée par les données produites.

Le projet ACV Bio a permis de réfléchir sur des points méthodologiques pour calcul par ACV des émissions et impacts des systèmes en agriculture bio pour différents impacts (ex : changement climatique, consommation d'énergie non renouvelable). Parmi ces réflexions, ont pu citer :

- Les successions culturales et associations de culture ;
- Les indicateurs complémentaires ;
- Les systèmes très diversifiés

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

Présentation du projet ACV Bio

van der Werf H.M.G., 2018. Projet ACV Bio, analyse du cycle de vie de produits issus de l'agriculture biologique française. 16 pages.

Rapports méthodologiques :

Perrin A., Renaud-Gentié C., van der Werf H.M.G., 2017. Définition et qualification des produits et déclinaisons pour le projet ACV Bio. Note méthodologique. 31 pages.

Armelle Gac (Idele), Natacha Sautereau (Itab), Hayo van der Werf (Inra). 2018. Les indicateurs complémentaires à l'analyse du cycle de vie pour l'évaluation environnementale des systèmes en agriculture biologique. 49 pages.

Dauguet S., Tailleur A., Lebas de Lacour J., van der Werf H., Auberger J., 2018. Evaluation des cultures associées et des successions culturales par l'ACV. 14 pages.

Armelle Gac (Idele), Catherine Experton (Itab). 2018. Evaluation environnementale d'un système agricole très diversifié. 16 pages.

Conférences et posters :

Hélène Chambaut, Vincent Colomb, Armelle Gac, Jean-Marc Lévêque, Natacha Sautereau, Hayo van der Werf, 2018. Evaluation environnementale et agriculture biologique. La Terre est Notre Métier, Retiers, France.

van der Werf, H.M.G., Nitschelm, L., Auberger, J., Chambaut, H., Colomb, V., Dauguet, S., Gac, A., Lebas de Lacour, J., Perrin, A., Renaud-Gentié, C., Roinsard, A., Sautereau, N., Tailleur, A., 2018. AGRIBALYSE goes organic: life cycle assessment of French organic agriculture, The 11th International Conference on Life Cycle Assessment of Food (LCA Food 2018). Kasetsart University, King Mongkut's University of Technology Thonburi and the National Science and Technology Development Agency, Bangkok, Thailand, pp. 121-124.

Nitschelm, L., Tailleux, A., van der Werf, H.M.G., 2018. Analyse du cycle de vie de systèmes de culture en agriculture biologique, Vers des systèmes de culture agroécologiques. Chambres d'agriculture de Bretagne, Rennes, France.

Pour plus d'information, contacter :

- Laure Nitschelm (laure.nitschelm@inra.fr)
- Hayo van der Werf (hayo.van-der-werf@inra.fr)

Inventaire national
GES : Suivi des Terres

Surfaces d'utilisation des terres et de
changement d'affectation des terres



Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée)
 - niveau 2 (modèle prenant en compte des conditions pédoclimatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée)
 - niveau 3 (modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

Gaz à effet de serre

- CO₂
- CH₄
- N₂O

Consommation d'énergie

Qualité de l'air

- NH₃
- NO_x
- Particules

Intitulé complet : Mise à jour de la méthode de suivi des surfaces d'utilisation/occupation du sol au niveau national dans le cadre du secteur UTCATF de l'inventaire national de gaz à effet de serre

1. Partenariat

Citepa, MTES

2. Co-financement

Dans le cadre du contrat MTES/DGEC – Citepa et autofinancement Citepa

3. Durée

En cours

4. Objectifs

Le Citepa réalise chaque année la mise à jour l'inventaire national d'émissions de gaz à effet de serre pour le compte du Ministère en charge de l'environnement, notamment pour le secteur UTCATF (Utilisation des Terres, Changements d'Affectation des Terres et Forêt, LULUCF en anglais). Pour estimer les flux de carbone dans les sols et la biomasse, le suivi des surfaces annuelles de changement d'utilisation des terres est primordial. La méthode actuelle, basée sur une approche statistique et les données TerUti, doit évoluer vers une approche spatialement explicite compte tenu de nouvelles exigences européennes et des nouveaux produits disponibles. Le projet vise à développer un cadre d'intégration de données hétérogènes permettant de générer des séries temporelles cohérentes et permettre un affinement des calculs de flux de carbone. Des collaborations avec d'autres organismes (IGN, SSP, Cesbio...) sont envisagées.

5. Livrables envisagés

- Mise à jour des livrables habituels (rapport, tableaux) de l'inventaire national de GES
- Infrastructure technique et protocole (bases de données, traitements, algorithmes) conservés au Citepa
- Rapport méthodologique OMINEA – chapitre UTCATF mis à jour
- Séries temporelles (tableaux, matrices) d'occupation du sol à différentes échelles (nationale, régionale...) conservées
- Couches SIG (maillage d'un ha envisagé)

L'ensemble des livrables en amont des résultats de l'inventaire resteront la propriété du Citepa. Des exports pourront être fournis sur demande.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Données d'activité sur utilisation des terres.

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

- Citepa, Rapport Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France (OMINEA). Consulter la dernière édition téléchargeable sur le site du Citepa.
- Robert C. 2016, Comprendre les changements d'utilisation des terres en France pour mieux estimer leurs impacts sur les émissions de gaz à effet de serre. De l'observation à la modélisation. Thèse de doctorat, soutenue le 15 déc. 2016, sous la direction de M. Cohen. Université Paris Diderot. 531 p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01512608>

Inventaire national
GES : Carbone des
sols agricoles

Dynamique du carbone du sol des terres
agricoles (cultures, prairies) sans changement



Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (*modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 2 (*modèle prenant en compte des conditions pédoclimatiques moyennes nationales et un nombre limité de donnée d'entrée*)
 - niveau 3 (*modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production*)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

Gaz à effet de serre

- CO₂
- CH₄
- N₂O

Consommation d'énergie

Qualité de l'air

- NH₃
- NO_x
- Particules

Intitulé complet : Mise à jour de la méthode d'estimation de l'évolution du carbone du sol dans les cultures et prairies sans changement d'utilisation au niveau national dans le cadre du secteur UTCATF de l'inventaire national de gaz à effet de serre

1. Partenariat

Citepa, MTES

2. Co-financement

Dans le cadre du contrat MTES/DGEC – Citepa et autofinancement Citepa

3. Durée

En cours

4. Objectifs

Le Citepa réalise chaque année la mise à jour l'inventaire national d'émissions de gaz à effet de serre pour le compte du Ministère en charge de l'environnement, notamment pour le secteur UTCATF (Utilisation des Terres, Changements d'Affectation des Terres et Forêt, LULUCF en anglais). Pour estimer les flux de carbone dans les sols agricoles (cultures, prairies) sans changement, une approche de niveau 1 du Giec est appliquée. Elle associe l'évolution des pratiques culturales à des facteurs de déstockage ou de surstockage. Cette approche présente de nombreuses limites et les enseignements du projets C-Sopra (Inra) peuvent être appliquées pour passer à une approche de niveau 2 ou 3 dans l'inventaire.

5. Livrables envisagés

- Mise à jour des livrables habituels (rapport, tableaux) de l'inventaire national de GES

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Méthode de niveau 2 ou 3 pour estimer les variations de stock de carbone du sol pour la France

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

- Citepa, Rapport Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France (OMINEA). Consulter la dernière édition téléchargeable sur le site du Citepa.

Projet CARBOCAGE

Stockage carbone dans les sols et la biomasse par les haies gérées durablement



Types de données :

- Élément de cadrage méthodologique
- Modèles pour estimer des émissions directes
 - niveau 1 (modèle non spécifiquement adapté au contexte français, prenant un nombre limité de donnée d'entrée)
 - niveau 2 (modèle prenant en compte des conditions pédo-climatiques moyennes grand ouest et un nombre limité de donnée d'entrée)
 - niveau 3 (modèle mécaniste prenant en compte les conditions pédo-climatiques et l'itinéraire technique de production)
- Référence sur les émissions indirectes (induites par la production d'intrants, bâtiments, agroéquipements)
- Données d'activité
- Références sur des systèmes types

Flux concernés :

Gaz à effet de serre

- CO₂
- CH₄
- N₂O

Consommation d'énergie

Qualité de l'air

- NH₃
- NO_x

Particules

Intitulé complet : Valorisez le carbone stocké par les haies gérées durablement sur vos territoires

1. Partenariat

Chambre régionale d'Agriculture (CRA) Pays de la Loire, CRA Bretagne, Chambre départementale d'agriculture (CDA) 49, CDA 72, CDA 56, ESA, INRA UMR 1302 SMART-LERECO, INRA UMR 1069 SAS, CCI Pays de la Loire, O2M Conseil

2. Co-financement

Partenaires + ADEME (appel à projets de recherche REACTIF)

3. Durée

36 mois

Du 17/10/2016 au 17/10/2019

4. Objectifs

Carbocage permet de concevoir une méthode assurant l'évaluation du stockage de carbone par les haies et propose l'expérimentation d'un marché carbone local sur 3 territoires pilotes : le Pays des Mauges, le Pays du Roi Morvan et le Pays de la Vallée de la Sarthe.

5. Livrables

Rapport global du projet

Guide de gestion des systèmes stockeurs rassemblant des fiches techniques par système intégrant les modes de gestion mais aussi des indicateurs sur le stockage additionnel de carbone.

Ce guide en s'appuyant sur le plan d'aménagement et de gestion durable des haies (PAGDH) permet d'estimer le stockage additionnel de carbone pour des haies gérées durablement selon leur âge, leur type et leur mode de gestion.

6. Références GES'TIM+ qui pourront être mises à jour

Détails sur le domaine de validité des références produites, particularités par rapport aux données actuellement disponibles.

Le stock de carbone additionnel lié aux haies se calcule sur 4 compartiments dans le cadre du projet CarboCage : le sol (0-90 cm), la biomasse racinaire, la biomasse aérienne non exploitée, la biomasse aérienne exploitée. Ainsi selon les types de haies, l'âge de la haie et les modalités de gestion, le stock de carbone est différent.

Ce stockage additionnel estimé à partir des références acquises dans le cadre du projet ne peut être garanti que dans le cadre d'une gestion durable des haies. En effet une haie non gérée n'aura pas le potentiel de croissance et donc de stockage de carbone d'une haie gérée durablement, qui sera régénérée lors de chaque cycle d'exploitation.

Ainsi le stockage de carbone est calculé sur une cinétique de croissance de 15 ans et ramené à l'année. En effet, cette cinétique n'est pas linéaire. Il faut garantir la gestion de la haie sur cette période pour en garantir le stockage dans le sol et la biomasse.

Les paragraphes ci-dessous présentent l'approche retenue dans le cadre du projet pour estimer les différents compartiments. Les résultats obtenus seront publiés très prochainement.

Compartiment sol :

Les références en termes de potentiel de stockage additionnel suite à l'implantation de haies font état d'une grande variabilité temporelle et spatiale (Pellerin et al., 2013), ce qui rend la comparaison avec les stocks de carbone additionnels d'autres études difficiles. Le taux de stockage additionnel en présence de haie n'est pas linéaire et diminue au cours du temps. Le stockage de C est représenté par une approximation exponentielle, caractérisée par deux paramètres : l'amplitude Δ (tC / 100 m linéaires) qui est la différence de stock à l'équilibre entre la haie et la situation de référence sans haie, et une constante de vitesse k (/an) du stockage. Le taux moyen annuel de stockage F (tC / an / 100 m linéaires) pour une durée t (an) est donné par l'équation suivante : $F = \Delta * [1 - \exp(-kt)] / t$

Les références acquises dans CARBOCAGE sur des haies jeunes (20 ans) et sur des haies anciennes (120 ans), permettent d'évaluer le taux de stockage moyen pour 2 durées de stockage et de renseigner les paramètres de l'équation de stockage. Le stock mesuré sur les haies anciennes est considéré comme proche de l'équilibre.

Les mesures effectuées dans les 3 territoires pilotes montrent un effet significatif de la haie sur le stockage additionnel de carbone dans le sol des parcelles adjacentes jusqu'à une distance de 3 mètres. Nous observons un stockage additionnel de carbone en présence de haie quel que soit l'usage du sol adjacent à la haie (rotation de culture annuelle, rotation de prairies temporaires et cultures annuelles, prairie permanente). Le stockage additionnel est plus élevé dans le secteur du Pays du Roi Morvan, où, de façon générale, les stocks de C dans les sols sont importants.

Biomasse :

La biomasse aérienne est estimée selon 4 types de haies, cette biomasse, potentiellement exploitée, n'est pas comptabilisée en totalité dans le compartiment stockage. Seule la part laissée sur place est comptabilisée dans le stockage.

Dia'terre®(ADEME 2011), fournit des valeurs de stockage total additionnel annuel 0 et 1,628 teqCO₂/ha/an sans préciser le devenir des parties aériennes récoltées de la haie.

Selon le type de haie, la part de biomasse comptabilisée en stockage est :

Tableau 1 : Part de biomasse comptabilisée en stockage selon le type de haie

Haie Mixte	Haie taillis	Haie Futaie	Haie arbustive (<2m)
30 %	0 %	50%	100 % (taille laissée sur place)

La biomasse racinaire est estimée par un coefficient de conversion issue de la bibliographie à partir des calculs de biomasse aérienne. L'étude la plus récente (Crossland M., 2015) sur le stockage carbone dans des haies recépées, dresse le bilan des connaissances sur le stockage carbone dans les racines et leurs réactions au recépage et que les racines permettent de stocker le tiers du stockage des parties aériennes.

Des données ont été obtenues par compartiments de biomasse, à savoir la biomasse racinaire et la biomasse aérienne. Ce dernier compartiment se divisant en biomasse exploitée et non exploitée. La biomasse exploitée est exportée et valorisable sous différentes formes dont le bois énergie. La biomasse non exploitée est laissée sur place et stocke durablement le carbone.

7. Pour aller plus loin (références bibliographiques, site internet)

Pellerin S. et al. 2013. Quelle contribution de l'agriculture française a la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et cout de dix actions techniques. INRA. 38 p.

ADEME, 2015. L'agroforesterie un outil « carbone » pour les PCET, Mettre en place une démarche d'agroforesterie sur le territoire d'un PCET. ADEME Languedoc Roussillon. 50p.

Arrouays, D.; Balesdent, J.; Germon, J.C.; Payet, P.A.; Soussana, J.F.; Stengel, P., 2002. Contribution à la lutte contre l'effet de serre, Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? Synthèse. Paris: INRA, Expertise scientifique collective. 36p.

Bazin, P., Chevalier, D., Hubert, J., Dupin, M. 1985. Etude des potentialités et de la valorisation des ressources des haies bocagères de Basse-Normandie. Editions Marchésieux Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie, 71p.

Bouvier, D., 2008. Estimation de la productivité des haies de l'Ouest de la France, Recherche de références pour l'amélioration de la valorisation énergétique des haies. Mémoire LPE « PARTAGER », Université de Rennes 1. 84 pages.

Crossland M., 2015. Growing local energy. The carbon sequestration potential of hedges managed for woodfuel. The Organic Research Center. 41p.

Crow, T.J., Houston. 2004. The influence of soil and coppice cycle on the rooting habit of short rotation poplar and willow coppice. Biomass and Bioenergy 26 (6): 497-505.

Duhamel, F. 2016. Evaluation des services écosystémiques liés au sol et à l'eau rendus par les haies bocagères. Mémoire de fin d'étude. UniLaSalle. 93p.

Krejza, J., Svetlik, J., Bednar, P. 2017. Allometric relationship and biomass expansion factors (BETs) for above- and below-ground biomass prediction and stem volume estimation for ash (*Fraxinus excelsior* L.) and oak (*Quercus robur* L.). Trees 31: 1303-1316