

NOV.  
2020

---

# ABC'TERRE-2A :

## APPLICATION PARTICIPATIVE ET APPROPRIATION PAR LES ACTEURS LOCAUX DE LA DEMARCHE ABC'TERRE\* (2017-2020)

---

\*ABC'Terre : Atténuation du Bilan gaz à effet de serre incluant le stockage Carbone dans les sols agricoles à l'échelle du Territoire.

---

### Annexes



Un projet coordonné par



## Annexe 7 : Rapport final du déploiement de la démarche ABC'Terre sur le territoire pilote du Saint-Quentinois - Vermandois

Document réalisé par Coralie Di Bartoloméo (Chambre d'Agriculture de l'Aisne), 2020

## Table des matières

Table des illustrations.....	4
1. Description du territoire.....	5
1.1. Caractérisation du territoire.....	5
1.2. Enjeux du territoire .....	7
2. Déploiement de la démarche .....	7
2.1. Mise en œuvre de la méthode ABC'Terre.....	7
2.1.1. Référent ABC'Terre.....	7
2.1.2. Collecte des données.....	8
2.2. Mise en œuvre de la démarche participative .....	9
2.2.1. Stratégie de mobilisation des acteurs .....	9
2.2.2. Organisation du déploiement de la démarche.....	9
3. Principaux résultats .....	13
3.1. Diagnostic initial .....	13
3.2. Scénarios testés.....	18
3.2.1. Les scénarios proposés en ateliers avec les agriculteurs .....	18
3.2.2. Les scénarios proposés mais non retenus.....	21
3.2.3. Les scénarios proposés en ateliers avec les collectivités .....	23
3.3. Comparaison des scénarios.....	24
Vue globale des scénarios et leurs impacts sur les émissions de GES : .....	28
4. Bilan de la démarche .....	29
4.1. Plan d'action.....	29
4.2. Plan de communication autour de la démarche sur le territoire.....	30
4.3. Difficultés rencontrées .....	32
Annexe 1 : Matrice des surfaces stockant/stabilisant ou déstockant le C par combinaison UCS-UTS .	34
Annexe 2 : Analyse des variations de stock par zonage.....	36
Annexe 3 : Comparaison des cartographies représentant les émissions de GES nettes des scénarios alternatifs par rapport au scénario initial .....	42
Annexe 4 : Tableau d'aide à la décision export de pailles (déclinaison de l'étude cartopaille, données datant d'avant la dernière mise à jour de l'outil ABC'Terre) .....	49
Annexe 5 : Scénarios testés pour le développement de méthanisation et résultats .....	55
Annexe 6 : Résultats détaillés du scénario 1 – cultures intermédiaires.....	56

## Table des illustrations

Figure 1 : Localisation du territoire test dans le département de l'Aisne.....	5
Figure 2 : Assolements du territoire test (à partir des données RPG) .....	6
Figure 3 : Classification des types d'exploitations du territoire .....	6
Figure 4 : Localisation des agriculteurs mobilisés pour le projet sur fond de carte collaborative réalisée par ces mêmes agriculteurs.....	9
Figure 5 : Atelier de cartographie participative .....	11
Figure 6 : Photo du "speed-boat" dessiné en atelier .....	12
Figure 7 : Variations des stocks de carbone dans les sols (diagnostic initial) .....	13
Figure 8 : Stocks initiaux de Corg sur le territoire .....	14
Figure 9 : Variations de stocks de carbone organique sur les UTS des UCS 8 et 9.....	14
Figure 10 : Moyenne de variations de stocks de carbone et du stock de carbone initial en fonction du type de sol .....	15
Figure 11 : Part des types de cultures en fonction du caractère stockant ou destockant du sol .....	16
Figure 12 : Emissions nettes de GES des systèmes de culture du territoire du Saint-Quentinois-Vermandois (scénario initial).....	16
Figure 13 : Répartition des émissions de GES des systèmes de culture du territoire par grand poste d'émissions .....	17
Figure 14 : Répartition des émissions nettes de GES des systèmes de culture du territoire détaillées par postes d'émissions .....	17
Figure 15 : Les différents scénarios de cultures intermédiaires (paramètres modifiés).....	19
Figure 16 : Hypothèses de modifications d'assolements et résultats pour le scénario « méthanisation » .....	20
Figure 17 : Résultat du scénario de diminution de l'apport d'azote minéral.....	21
Figure 18 : Résultat du scénario climatique représenté par une carte (chiffres datant d'avant la mise à jour de 2020) .....	22
Figure 19 : Schéma illustrant le changement d'assolement réalisé sur un SdC type sur lequel ce scénario était applicable.....	23
Figure 20 : Emissions totales nettes des scénarios de cultures intermédiaires.....	24
Figure 21 : Emissions de GES nettes des différents scénarios de systèmes d cultures modifiés pour l'introduction de CIVE et digestats.....	26
Figure 22 : Modélisation de l'implantation de féverole à la place d'un second blé à l'échelle du système de culture .....	27
Figure 23 : Les principaux postes d'émissions du scénario cumulé export de paille/CI optimisée .....	28
Figure 24 : Comparaison des émissions additionnelles ou réduites des différents scénarios.....	28
Tableau 1 : Les différents scénarios de modifications de systèmes de cultures à destination de la méthanisation	25

## 1. Description du territoire

### 1.1. Caractérisation du territoire

Le territoire-test comprend la communauté d'agglomération du Saint-Quentinois et la communauté de communes du Pays en Vermandois, situés au Nord-Ouest du département de l'Aisne (Hauts-de-France).

Localisée dans la région naturelle du Saint-Quentinois-Cambrésis-Vermandois (**Erreur ! Référence non valide pour un signet.**), ce territoire appartient aux plateaux crayeux de Picardie, recouverts par d'épais limons. On trouve sur les versants des limons argileux et des sols superficiels sur craie. Le Vermandois, très plat et très homogène, présente des sols de limon moyen surtout.

La SAU du territoire est de 44 059 hectares<sup>1</sup>, principalement occupée par des grandes cultures.

Les cultures prédominantes restent les grandes cultures et les cultures industrielles (Figure 2) : ainsi le blé tendre, la betterave sucrière et le colza représentent plus des ¾ de l'assolement (le reste du territoire étant occupé par des prairies permanentes, pommes de terre, maïs et l'orge). Les élevages sont faiblement représentés, principalement localisés vers le nord-est/est du territoire, le nombre d'exploitations d'élevages tendent à diminuer.

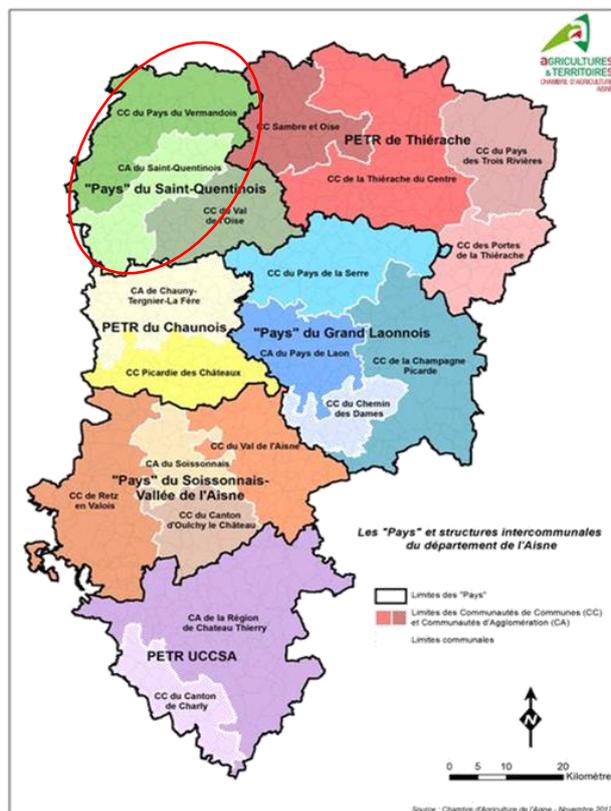


Figure 1 : Localisation du territoire test dans le département de l'Aisne

<sup>1</sup> Surface reconnue par RPG Explorer

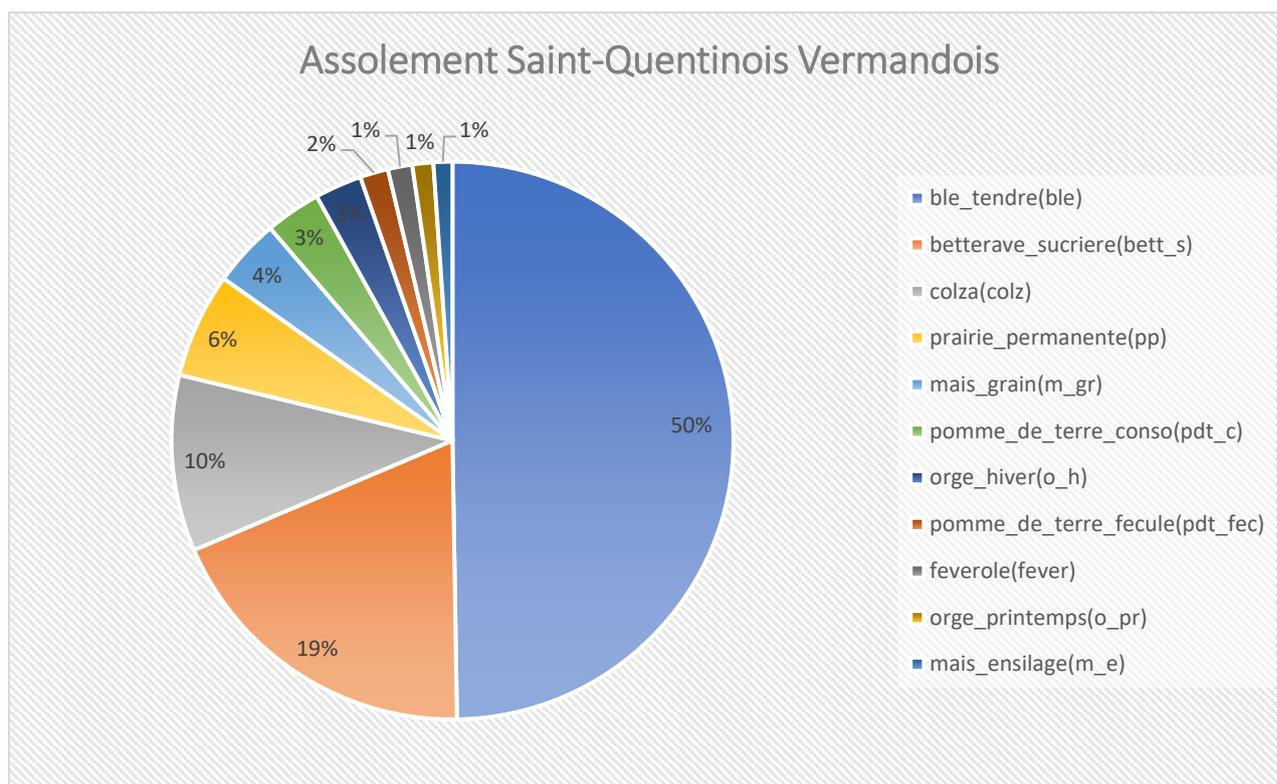


Figure 2 : Assolements du territoire test (à partir des données RPG)

4 types d'exploitations ont été retenus dans l'étude (Figure 3): les céréaliers spécialisés, les céréaliers betteraviers, les céréaliers patatiers, les polyculteurs-éleveurs. La typologie établie à partir de RPG-Explorer pour les caractériser est la suivante :

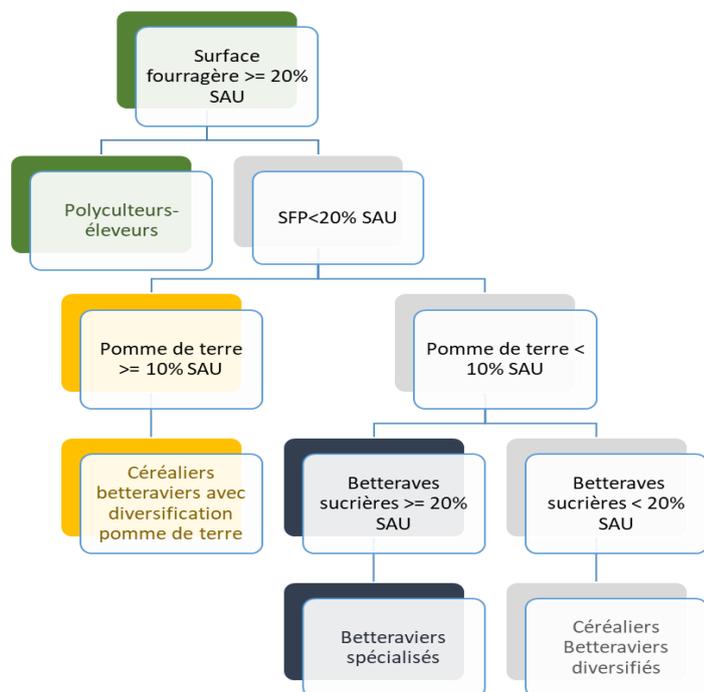


Figure 3 : Classification des types d'exploitations du territoire

La taille des exploitations et le type de sol est favorable aux grandes cultures et permettent des rendements très performants.

## 1.2. Enjeux du territoire

L'un des grands enjeux des producteurs agricoles du territoire réside dans l'image que renvoient les producteurs en grande culture auprès du grand public. Ils ont besoin d'éléments concrets afin d'alimenter leurs réflexions et les orienter dans leurs choix stratégiques de communication.

Certaines zones du territoire doivent faire face à des contraintes d'érosion des sols. Une démarche de négociation et d'étude est en cours entre collectivités/communes/propriétaires pour l'implantation de linéaires de haies.

D'une manière générale, les producteurs doivent faire face au changement climatique et ses conséquences sur les systèmes de cultures en place. En effet, le changement climatique met les producteurs face à un ensemble d'incertitudes en termes de rendements et de qualités de productions, mais aussi dans la mise en place des systèmes de cultures : modifications de dates de cultures et de semis qui limitent les possibilités en termes de cultures intermédiaires par exemple. L'année 2020 fut un exemple des impacts potentiels du changement climatique avec des productions de biomasses fortement impactées. Face aux incertitudes climatiques, les producteurs ont besoin d'outils d'aide à la décision afin de les guider dans leurs choix de systèmes.

Les enjeux liés à l'eau ressortent également : les besoins en irrigation pour les systèmes actuels sont de plus en plus présents. La réflexion se porte sur une gestion quantitative raisonnée des ressources en eau.

Le territoire connaît le développement de nouvelles filières telles que la méthanisation et d'autres voies de valorisation de la biomasse (paille construction, chaudières biomasses, etc). Autant de nouvelles opportunités qui demandent aux agriculteurs de se positionner et de repenser leurs systèmes.

## 2. Déploiement de la démarche

### 2.1. Mise en œuvre de la méthode ABC'Terre

#### 2.1.1. Référent ABC'Terre

La mission a été suivie par deux référents successivement. Dans un premier temps, Guillaume Rautureau s'est chargé de la phase de collecte des données et de l'utilisation de RPG-explorer. Chargé d'études pour les projets énergétiques, Guillaume Rautureau est familier avec la thématique du réchauffement climatique et des gaz à effets de serre. De plus, référent pour les cas-type Inosys sur le territoire de l'Aisne, la reconstitution d'exploitations types lui est coutumier.

Dans un second temps, Coralie Di Bartolomeo s'est chargée de la mise en œuvre de la démarche participative et de la valorisation des résultats.



« Chargée d'études Agriculture Alimentation et Territoire, je suis notamment impliquée dans les projets de développement de filières tels que la construction en paille. L'outil ABC'Terre peut s'intégrer dans ce type de projet en se présentant comme un outil d'aide à la décision pour le développement de filière de valorisation de la biomasse agricole.

Je suis également mobilisée dans le cadre de réalisation d'études sur les filières agricoles, la réalisation de diagnostic territoriaux à destination des collectivités, etc. Je suis souvent intégrée dans les concertations territoriales entre collectivités et secteur agricole.

Le transfert du projet ABC'Terre répond à des contraintes de temps de la part de Guillaume Rautureau, mais aussi d'un intérêt de ma part pour le projet et plus particulièrement les phases d'animation et de modélisation. Si la première partie de la démarche, avec la reconstitution des pratiques, était plus adaptée aux compétences et ressources de Guillaume Rautureau ; la mobilisation et l'animation d'un groupe d'agriculteurs autour des modifications de pratiques correspond plus à mes missions et compétences. »

## 2.1.2. Collecte des données

### **Le registre parcellaire graphique**

Pour reconstituer les rotations par type de sol et par type d'exploitation, les données du registre parcellaire graphique (RPG) ont été collectées. Elles ont été fournies par l'UMR SAD APT INRAE Agro Paris Tech à la suite de la signature d'une convention.

L'évolution en cours de projet de l'outil RPG-Explorer, axée sur l'intégration dans l'outil des données RPG post 2015, a permis de reconstituer les rotations par type de sols et par type d'exploitation du Ternois à partir des données RPG 2014 à 2017.

De même, le territoire du Saint-Quentinois – Vermandois étant situé en frontière des départements du Nord (59), du Pas de Calais (62) et de la Somme (80), les données RPG de ces départements ont également été intégrées pour bénéficier de l'assolement complet de toutes les exploitations ayant au moins une parcelle sur le territoire d'étude. Ce choix est important pour permettre une bonne affectation des séquences de rotation aux typologies d'exploitation définies via l'outil RPG Explorer.

### **Le référentiel régional pédologique**

L'accès au référentiel régional pédologique (RRP) de l'Aisne a été facilitée par le partenariat du projet ABC'Terre-2A. En effet, UniLaSalle, partenaire actif du projet, est co-détenteur du RRP de l'Aisne et a donc pu fournir facilement les données à la Chambre d'Agriculture de l'Aisne.

### **La base de données d'analyses des terres**

Les données pour les communes du Saint-Quentinois-Vermandois ont été extraites et agrégées à l'échelle de l'UCS par l'unité de service Infosol de l'INRAE. La méthode d'affectation des teneurs en carbone organique aux types de sols du RRP, formalisée dans ABC'Terre-2A, a ensuite été appliquée. Cette tâche a été déléguée à Agro-transfert par manque de temps et dans une volonté de valider la méthode d'affectation développée dans le cadre du projet.

### **Le fichier de collecte des pratiques culturales**

Le fichier de collecte des données a été principalement renseigné par Guillaume Rautureau avec l'aide d'autres conseillers de la Chambre d'Agriculture (conseiller irrigation, conseiller grandes cultures, conseiller élevage, etc...) et de partenaires tels que le LDAR. Il s'est également inspiré de la typologie Inosys, qui consiste en l'analyse et la valorisation de bases de données du territoire afin d'en faire ressortir des cas-types sur le territoire (type d'exploitations en fonction de leurs assolements et valorisation de leurs résultats technico-économiques).

L'un des atouts rencontré lors de la collecte des données reste la présence de conseillers présents depuis longtemps sur le territoire et ayant acquis une connaissance fine des producteurs et de leurs pratiques.

## 2.2. Mise en œuvre de la démarche participative

### 2.2.1. Stratégie de mobilisation des acteurs

La mobilisation des agriculteurs s'est faite via les élus du territoire. Une première réunion de présentation du projet a été réalisée avec des élus de la Chambre d'Agriculture et de l'Union des Syndicats agricoles afin de pouvoir constituer une liste d'une dizaine d'agriculteurs. Une attention particulière a été portée sur le choix d'agriculteurs bien répartis sur le territoire et représentatifs des exploitations types (Figure 4).

Un rapprochement a été tenté dans un premier temps avec le CETA du Nord afin que les agriculteurs du groupe intéressés puissent intégrer la démarche, puisque ce groupe d'agriculteur travaillait déjà sur les pratiques de conservation du sol, il nous paraissait constructif de travailler avec eux sur le carbone. Cependant cela n'a pas abouti. Un retour leur sera tout de même fait sur les résultats du projet.

Dans la démarche, si les travaux se sont essentiellement basés sur les ateliers avec le groupe d'agriculteurs, les collectivités ont été fortement présentes et impliquées tout au long de la démarche. L'importance de mobiliser les collectivités repose sur l'approche territoriale d'ABC'Terre, mais aussi sur l'intérêt de mettre en concordance le projet avec les démarches de PCAET (Plan Climat Air Energie Territoriaux) engagés sur les collectivités du territoire. Si initialement la volonté était d'intégrer les actions découlant de la démarche ABC'Terre au sein du PCAET, les contraintes de calendriers ont finalement amené à intégrer la démarche elle-même en tant qu'action. Cependant, le déroulement en parallèle du PCAET et d'ABC'Terre a présenté l'intérêt d'alimenter les scénarios alternatifs et de confronter les résultats avec les objectifs des collectivités.

Les conseillers de la Chambre d'Agriculture de l'Aisne ont eu un rôle prépondérant également dans la construction de scénarios alternatifs : en parallèle des ateliers avec le groupe d'agriculteurs, les conseillers du service agroenvironnement ont été mobilisés à la fois pour la collecte de données, mais aussi dans la construction de scénarios concrètement atteignables.

Bien évidemment, la mobilisation d'Agro-Transfert, en les personnes de Marion Delesalle et de Annie Duparque, a été prépondérante dans la réussite du projet. Elles ont apporté l'animation, la formation des référents et des agriculteurs et ont accompagné la réalisation et l'analyse des scénarios.

### 2.2.2. Organisation du déploiement de la démarche

2018 : La collecte des données par Guillaume Rautureau et Marion Delesalle

La collecte des données a demandé la contribution d'un bon nombre de partenaires : plusieurs conseillers de la Chambre d'agriculture ont été mobilisés afin d'alimenter le fichier de collecte des données ainsi que d'autres partenaires tels que le LDAR.

Guillaume Rautureau a principalement été mobilisé pour faire tourner l'outil RPG explorer, accompagné par Agro-Transfert.

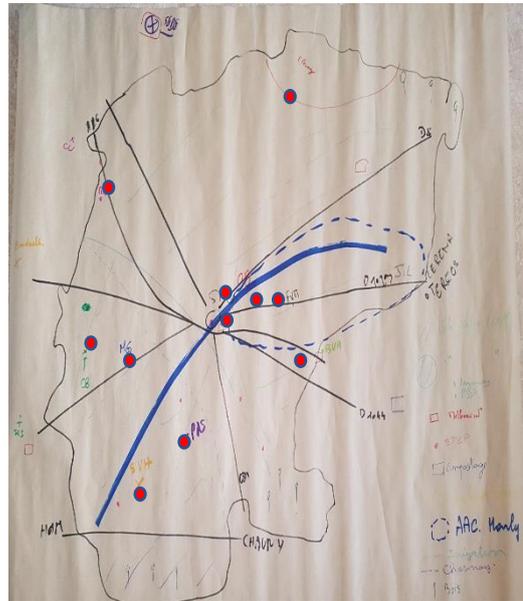


Figure 4 : Localisation des agriculteurs mobilisés pour le projet sur fond de carte collaborative réalisée par ces mêmes agriculteurs

Janvier 2019 : Rencontre des collectivités par Coralie Di Bartolomeo et Marion Delesalle

Présentation de la démarche aux collectivités et mobilisation.

Menée en binôme par Agro-Transfert et la Chambre d'Agriculture, cette étape a permis de présenter les tenants et les aboutissants de la méthode, les intérêts pour les collectivités ; mais aussi de connaître les attentes et les besoins des collectivités face à ABC'Terre. Elle permet de s'aligner avec les dynamiques déjà en place (Climagri ou autre), et de prendre en compte le calendrier des collectivités.

Février 2019 : Présentation et mobilisation des élus Chambre d'Agriculture par Coralie Di Bartolomeo et Marion Delesalle

L'animation et la sensibilisation s'est faite en binôme Chambre d'Agriculture/Agro-Transfert

L'animatrice territoriale USAA et les élus agricoles du Saint-Quentinois et du Vermandois ont permis de constituer un groupe de travail représentatif du territoire.

Cette étape permet surtout de comprendre les enjeux du territoire du point de vue de la production agricole. Il permet aussi de faciliter la mobilisation des producteurs pour la constitution du groupe de travail.

Sur la base de la présentation des systèmes de cultures, une liste de producteurs a été proposée. Ils ont été invités par mail.

La présentation des premiers résultats carbone à l'échelle du territoire a favorisé leur mobilisation.

Février 2019 : présentation au groupe d'agriculteurs mobilisés par Coralie Di Bartolomeo, Marion Delesalle et les collectivités

La présentation et mobilisation des agriculteurs du groupe de travail a été réalisée en binôme Chambre d'Agriculture/Agro-Transfert et a été appuyée par la présence des collectivités.

Cette étape permet de sensibiliser les agriculteurs du groupe, de recueillir leurs attentes et premiers ressentis sur la démarche. Elle permet d'assurer la mobilisation pour la suite.

La présentation des premiers résultats carbone à l'échelle du territoire a favorisé leur mobilisation et l'échange entre les agriculteurs du groupe.

Avril 2019 : 1<sup>er</sup> atelier de concertation par Agro-transfert

Pour garantir la mobilisation et motiver les agriculteurs, le premier atelier a consisté dans un premier temps à former et familiariser les producteurs à la gestion des matières organiques et à l'outil Simeos via des travaux pratiques.

Cette formation s'est suivie d'échanges pour comprendre leur vision du territoire et par la tenue d'un atelier de cartographie participative (Figure 5). A la fois un outil de familiarisation avec la notion et l'échelle d territoire, et de concertation entre les producteurs du groupe, cette carte a contribué à l'interprétation des premiers résultats spatialisés de variations de stocks de carbone à l'échelle du territoire.

Cette formation a été réalisée exclusivement par Agro-Transfert.

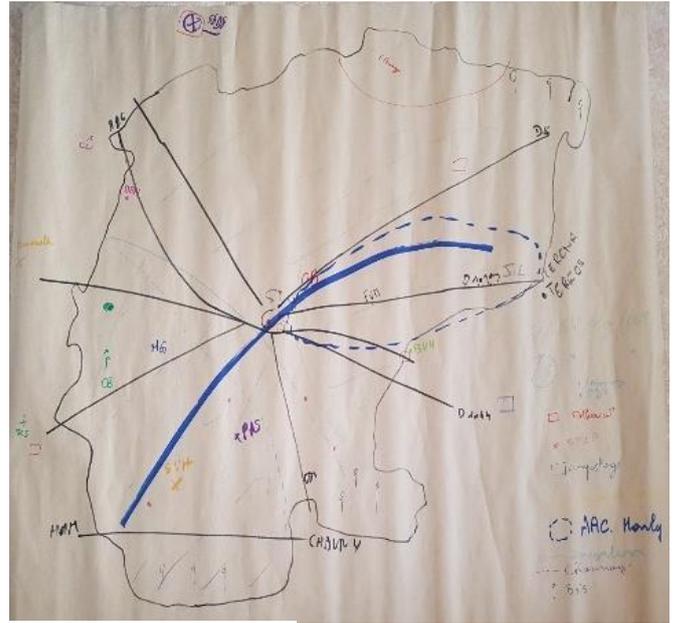


Figure 5 : Atelier de cartographie participative

Les ateliers de concertation Juin et septembre 2019

Chaque atelier débutait par une restitution d'éléments (lors du premier atelier, les premiers résultats de diagnostics et de d'un ou deux scénarios servant à alimenter les débats et réflexions ; lors des ateliers suivants nous présentions les résultats des modélisations des scénarios réfléchis lors des ateliers précédents)

Dans un second temps, les débats étaient orientés sur les résultats présentés, leurs faisabilités mais aussi les modifications à apporter afin de les affiner.

Les ateliers se terminaient par un exercice afin de tenter de projeter les scénarios vers un plan d'action pour le territoire.

L'animation des groupes de travail s'est faite en binôme Chambre d'Agriculture/Agro-Transfert.

Le travail sur les scénarios a été mené également par le binôme, mais a également nécessité la mobilisation de conseillers de la Chambre d'Agriculture (7 conseillers au total ont permis d'alimenter les scénarios) ; ainsi que des ingénieurs d'Agro-Transfert mobilisés par Marion Delesalle dans la recherche d'informations spécifiques (sur les couverts d'interculture et la méthanisation principalement).

L'atelier de septembre s'est clôturé par un travail collaboratif visant à faire émerger un plan d'action. L'objectif était de faire positionner les agriculteurs autour d'objectifs chiffrés sur des modifications de pratiques en prenant en compte les principaux types de sols et les principaux systèmes de culture. *In fine* l'exercice fut complexe pour les agriculteurs avec la difficulté de proposer des chiffres réalisables. Néanmoins, cet exercice a permis de faire ressortir une distinction entre pratiques à mettre en œuvre sur les limons profonds, et celles sur les cranettes (que l'on retrouvera dans les scénarios alternatifs)

La simulation et l'interprétation des scénarios alternatifs, issus des ateliers, a été menée pendant l'été (période peu propice à la mobilisation des agriculteurs).

Ce travail est le résultat d'échanges entre la référente de la Chambre d'Agriculture et la référente Agro-Transfert. Il s'est basé sur les retours des agriculteurs en termes de pratiques à modéliser, mais aussi sur la base de propositions faites à partir de biblio.



2020 : Rédaction du plan de communication et des supports par Coralie Di Bartolomeo et Marion Delesalle

Le dernier atelier plus axé sur le plan d'action a également permis de proposer des axes de travail pour le plan de communication.

La réalisation des supports a ensuite été réalisée par Coralie Di Bartolomeo avec l'aide de Marion Delesalle.

La communication mobilisera de nouveaux acteurs tels que les journalistes de l'Agriculteur de l'Aisne, le CAUE, etc.

## 3. Principaux résultats

### 3.1. Diagnostic initial

A l'échelle du territoire du Saint-Quentinois-Vermandois, les UCS ont globalement tendance à stocker du carbone, voire à rester relativement stables. En moyenne, à l'échelle du territoire, les stocks de carbone organique du sol augmentent de **92 kg/ha/an**. Cependant, cette moyenne varie de 0 à 250 kg/ha/ha comme représenté sur la carte ci-dessous (Figure 7). Comme l'illustre l'Annexe 1 : Matrice des surfaces stockant/stabilisant ou déstockant le C par combinaison UCS-UTS, les moyennes ne sont pas représentatives de la variabilité des valeurs de variations de stocks calculées sur le territoire.

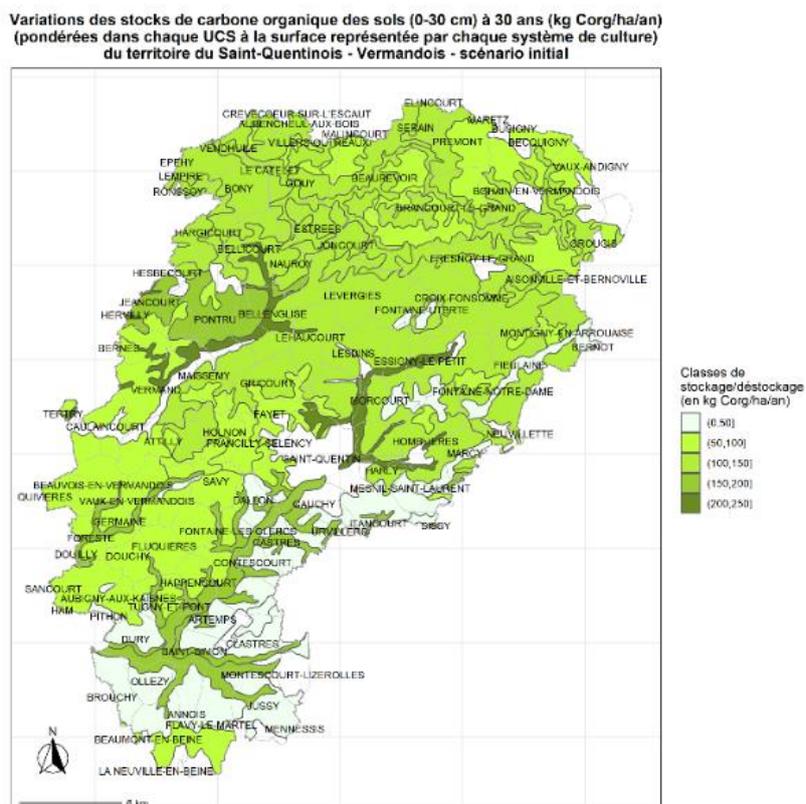


Figure 7 : Variations des stocks de carbone dans les sols (diagnostic initial)

⇒ **Variations des stocks de carbone sur le territoire : + 4 070 T de carbone organique par an.**

Ces résultats sont en partie liés aux rendements élevés sur le territoire avec, par conséquent, un apport conséquent en biomasse dans les sols via les résidus de culture. Mais un lien peut également être fait avec les stocks initiaux de carbone et les types de sols : pour les UCS 7, 8 et 9 par exemple, le stockage de carbone par les sols est facilité par la nature du sols (avec une grande part de sols calcaire et sols

de cranettes) mais un stock initial de carbone plus élevé qui favorise un déstockage plus rapide du carbone du sol.

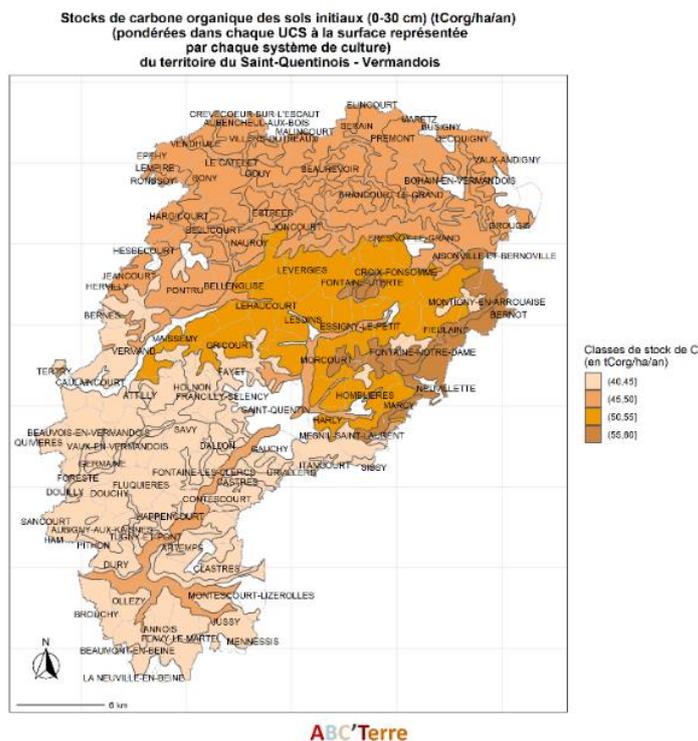


Figure 8 : Stocks initiaux de Corg sur le territoire

En analysant la carte des stocks de carbone organique initiaux (Figure 8), plusieurs paramètres peuvent permettre d'interpréter les données : nous remarquons en effet que les UCS avec des stocks de carbone initiaux les plus élevés sont à proximité des territoires liés à l'élevage. Historiquement les élevages étaient plus présents sur le nord du Saint-Quentinois/Vermandois que sur le sud ; si aujourd'hui les élevages (et zones de prairies) ont fortement diminué, les pâtures qui ont précédé ont permis d'apporter de la biomasse au sol et de stocker du carbone organique.

A cette interprétation « historique », peut s'ajouter une interprétation liée au type de sol :

Les UCS 8 et 9 présentent le stock initial de carbone organique le plus élevés (Figure 9). Ces deux UCS présentent une part importante de sols de craies et de cranettes, qui ont la particularité de minéraliser la matière organique plus lentement, et donc de conserver un stock élevé.

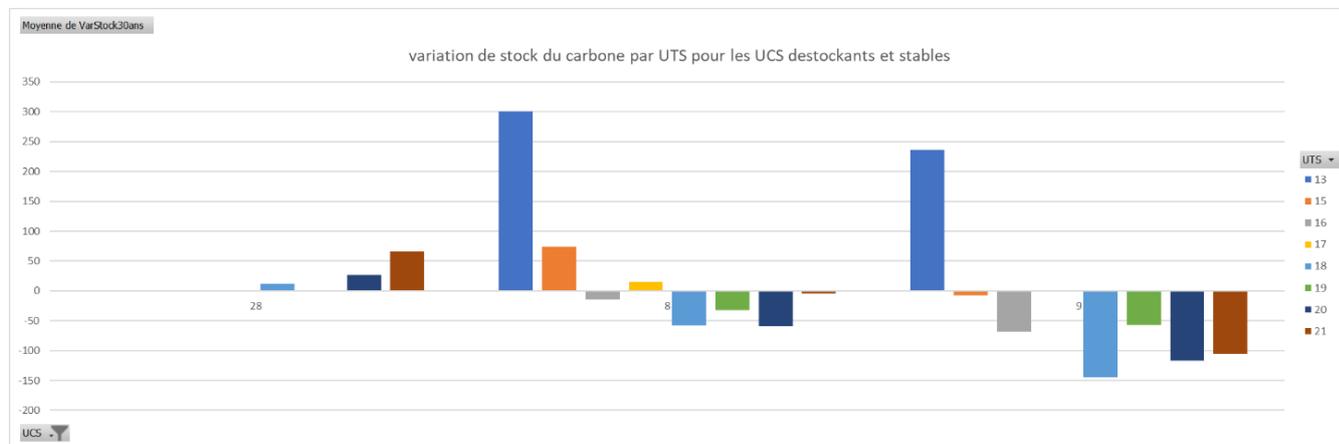


Figure 9 : Variations de stocks de carbone organique sur les UTS des UCS 8 et 9

## Les moyennes par types de sols

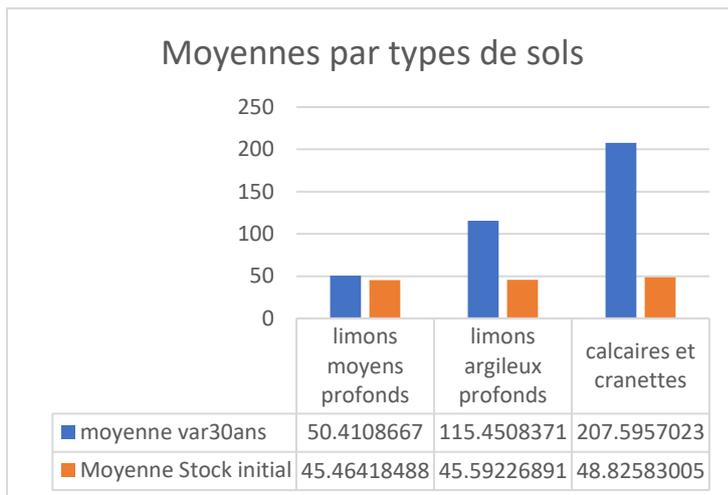


Figure 10 : Moyenne de variations de stocks de carbone et du stock de carbone initial en fonction du type de sol

Les moyennes de variations de stocks sur 30 ans dans l'Aisne sont, parmi d'autres paramètres, fortement dépendants du type de sol avec des sols calcaires et cranettes qui permettent de stocker plus facilement le carbone du sol (207 kg Corg/ha/an), de par leur faible niveau de minéralisation, et ce, contrairement aux sols de limons moyens profonds qui stockent en moyenne 50 kg Corg/ha/an.

Cependant les sols de craies et cranettes ne représentent que 21% des surfaces du territoire d'étude contre 61% de sols de limons moyens

profonds (les sols de limons argileux étant en minorité avec 18% des surfaces).

Ces sols de craies et cranettes sont également des sols sur lesquels nous avons moins de possibilité d'activer les leviers d'augmentation de biomasse pour les cultures intermédiaires par exemple, la capacité de rendement étant plus faible que dans les limons moyens profonds.

Au-delà des propriétés intrinsèques des types de sols, le type de productions associés joue un rôle non négligeable également. En effet, la variation du stock de carbone, est déterminée à la fois par les sorties de carbone (minéralisation en fonction du contexte pédo-climatique) et les entrées de carbone humifié, permises par des résidus de culture importants. Les sols de limons moyens profonds sont plus propices à la production de cultures industrielles (telles que pomme de terre ou betteraves) qui rapportent moins de biomasse au sol par leurs résidus que les céréales. À l'inverse ces sols permettent également d'atteindre des rendements plus élevés en grandes cultures et ainsi de rapporter plus de biomasse au sol, par des quantités de résidus d'autant plus importantes.

Ainsi si l'on regarde dans la figure suivante la part des différents types de cultures en fonction du caractère stockant ou déstockant du sol, on peut observer que la présence d'oléagineux semble favoriser le stockage en moyenne. A l'inverse, le déstockage est plus important dans les rotations comprenant une part importante de pommes de terre et de protéagineuses.

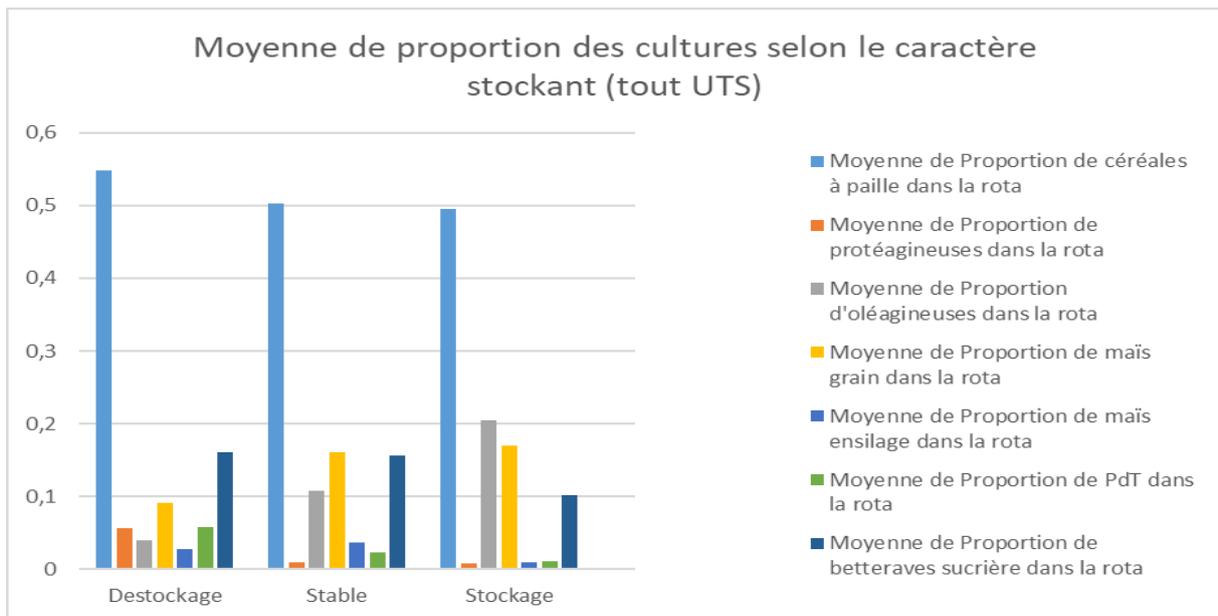


Figure 11 : Part des types de cultures en fonction du caractère stockant ou destockant du sol

Un travail de zonage a été établi à partir des données liées aux pratiques et aux résultats de variations de carbone. L'analyse de ces résultats a été alimentée par la cartographie participative élaborée par le groupe d'agriculteurs évoquée plus haut (Figure 4). Ce travail de zonage se trouve en Annexe 2 : Analyse des variations de stock par zonage.

### Les résultats Gaz à effet de serre :

Si le territoire test est globalement stockant en termes de carbone organique, c'est également un territoire globalement émetteur de gaz à effet de serre avec des émissions brutes estimées à **143 701 t eq CO<sub>2</sub>/an** à l'échelle du territoire.

Ramenés à l'hectare et comparés aux références nationales, cela correspondrait à une moyenne d'environ **3,3 t eq CO<sub>2</sub>/ha/an** ; soit 0,6 t eq CO<sub>2</sub>/ha/an de plus que la moyenne des émissions brutes de GES des systèmes de culture en France (Solagro, 2010).

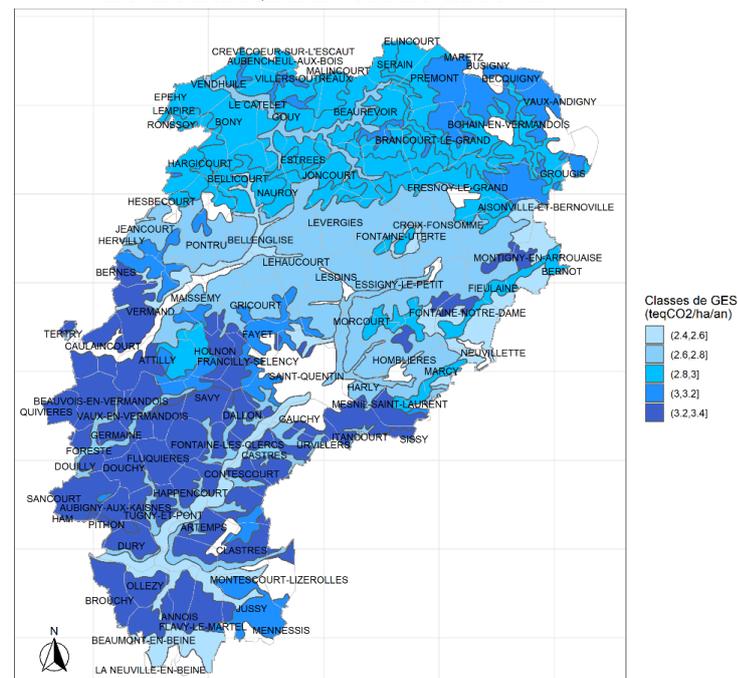


Figure 12 : Emissions nettes de GES des systèmes de culture du territoire du Saint-Quentinois-Vermandois (scénario initial)

La prise en compte des émissions compensées par le stockage de carbone par les sols agricoles fait passer le territoire de **143 701 t eq CO<sub>2</sub>/an d'émissions brutes** (sans prendre en compte le stockage de carbone par les sols agricoles) à **129 111 t eq CO<sub>2</sub>/an d'émissions nettes** (en prenant en compte le stockage de carbone par les sols) ; soit **14 590 t eq CO<sub>2</sub>/an compensées**

par le stockage de carbone (Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

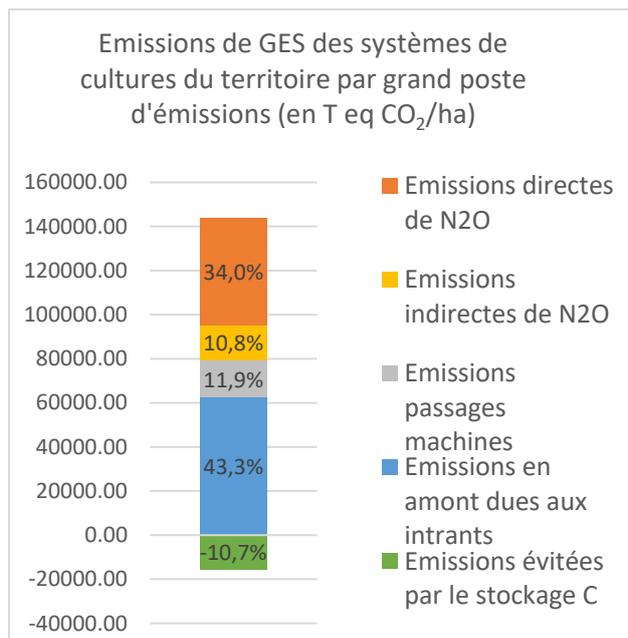


Figure 13 : Répartition des émissions de GES des systèmes de culture du territoire par grand poste d'émissions

Les émissions du territoire sont principalement liées aux pratiques de fertilisation, plus particulièrement les émissions dues aux apports en azote minéral. A l'échelle du territoire, 34% des émissions sont les émissions directes de N<sub>2</sub>O (Figure 13), dont 67% sont liées à l'azote minéral (Figure 14).

43,3% des émissions sont les émissions en amont dues aux intrants, dont 82% sont liées à l'azote minéral.

A l'échelle du territoire, le stockage de carbone dans le sol permet de compenser les émissions du territoire à hauteur de 10,7%. A l'échelle des systèmes de cultures, les compensations d'émissions de GES par le stockage de carbone peuvent aller jusqu'à 70% des émissions dans certains cas les plus extrêmes ; à l'inverse le déstockage de carbone par les sols peut, dans certains cas, ajouter jusqu'à 70% d'émissions

en plus.

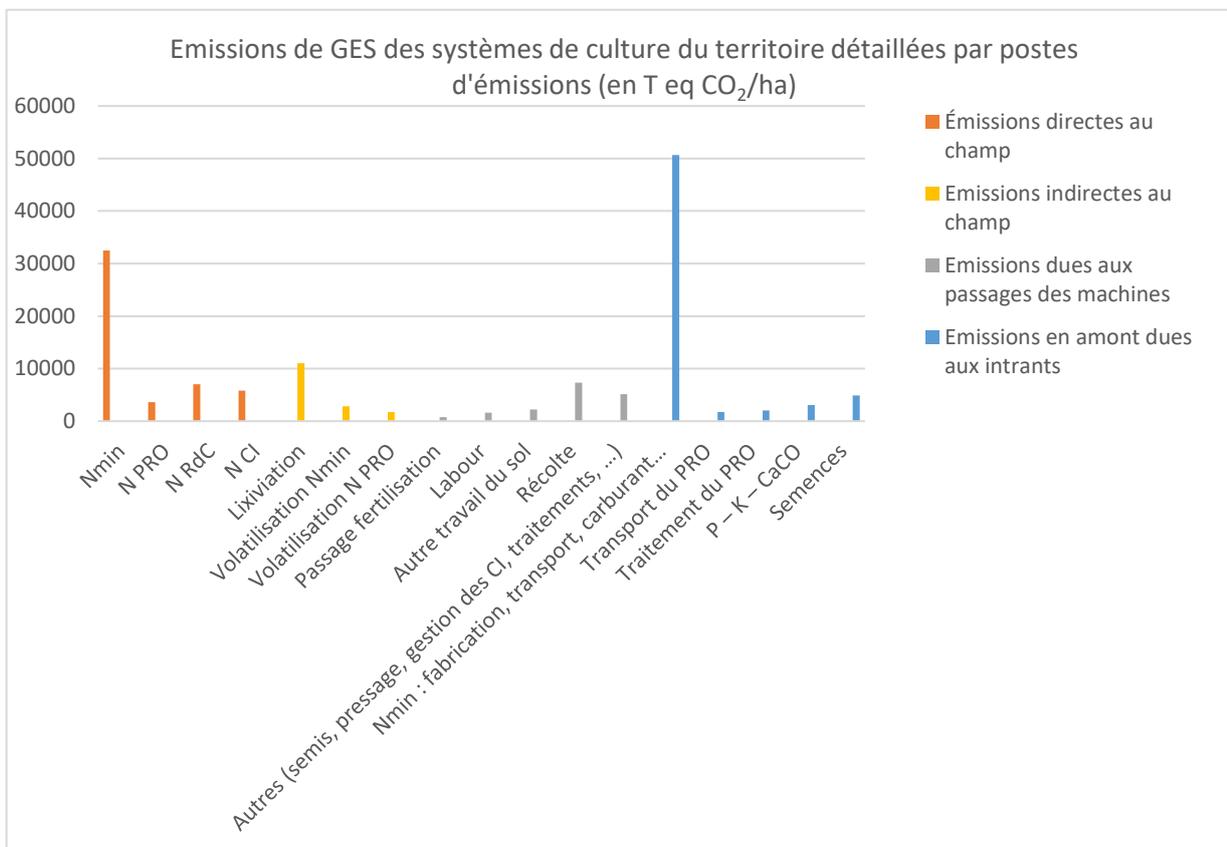


Figure 14 : Répartition des émissions nettes de GES des systèmes de culture du territoire détaillées par postes d'émissions

## 3.2. Scénarios testés



Optimisation des cultures intermédiaires



Étudier la possibilité d'introduire plus de produits résiduels organiques (dans la limite des approvisionnements disponibles)



Quelles possibilités d'exports de paille pour de nouvelles valorisations économiques?



Gisements potentiels de paille et les zones à enjeu de préservation du carbone



Évaluer les impacts des modifications des systèmes de cultures à destination de la méthanisation (au regard du développement de projets de méthanisation sur le territoire et ses alentours)



Evaluer l'impact du développement des légumineuses sur le territoire

### 3.2.1. Les scénarios proposés en ateliers avec les agriculteurs

Les cartographies illustrant les émissions de GES nettes de l'ensemble des scénarios alternatifs testés se trouvent en Annexe 3 : Comparaison des cartographies représentant les émissions de GES nettes des scénarios alternatifs par rapport au scénario initial.

#### Scénario 1. Optimisation des cultures intermédiaires

Le levier agronomique des cultures intermédiaires fait partie des premiers à être apparu dans les échanges du groupe. Sur le territoire étudié, les cultures intermédiaires sont principalement des couverts de moutarde et leur gestion n'est pas optimisée. Par conséquent, la production de biomasse par les cultures intermédiaires est assez réduite.

Plusieurs raisons à cela :

- Manque de connaissance technique : les agriculteurs ont évoqué le besoin de se former et de tester d'autres cultures intermédiaires.
- Contraintes techniques : les couverts n'étant pas la culture principale, la conduite de cette culture est souvent mise en second plan.
- Contraintes économiques : du point de vue du groupe, une meilleure gestion des cultures intermédiaires et/ou le choix d'une culture intermédiaire différente induit des charges supplémentaires sans garantie de résultats techniques plus probants.

Pour la réalisation des scénarios, la mobilisation du groupe de conseillers du service agro-environnement de la Chambre d'Agriculture a permis de confronter les idées et de faire ressortir

différents sous-scénarios. A chaque scénario proposé, une distinction a été faite par types de sols en prenant en compte des potentiels de production plus important pour les sols de limons profonds. Pour les sols calcaires, les hypothèses de cultures intermédiaires restent inchangées (moutardes à 2TMS/ha). Les modifications de scénarios concernent ainsi principalement les sols de limons :

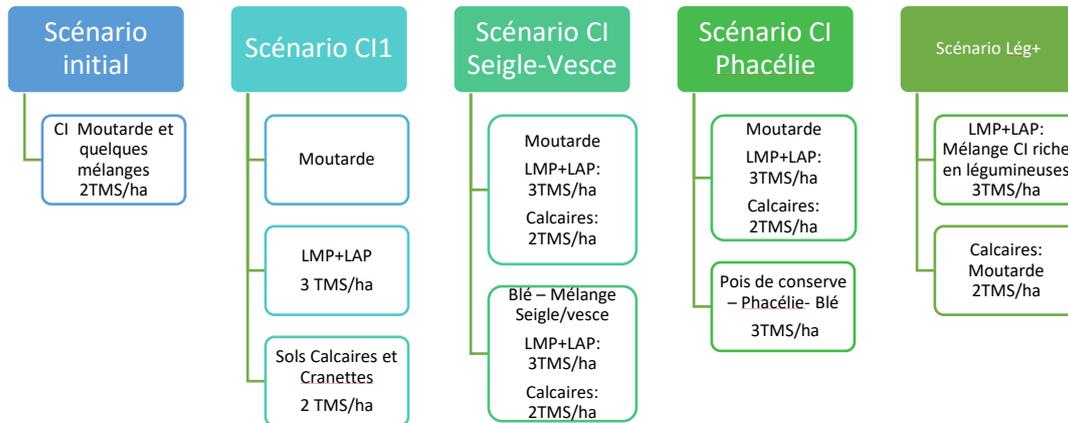


Figure 15 : Les différents scénarios de cultures intermédiaires (paramètres modifiés)

Les motivations évoquées par les agriculteurs du groupe se basent sur l'aspect « réalisable » de ce levier. C'est même le levier duquel ont émergé le plus de diversité de scénarios. Si le développement des cultures intermédiaires ces dernières années résultent d'une obligation réglementaire, les agriculteurs du groupe de travail évoquent la possibilité d'optimiser ces couverts avec une meilleure production de biomasse, voire une modification du type de couverts.

La principale interrogation reste « à quel prix ? ». En effet, la principale crainte exprimée par les agriculteurs réside dans les coûts supplémentaires que pourraient représenter ces modifications.

Mais également, « quelles solutions/garanties face aux aléas climatiques ? ». Un point de vigilance est apporté par les agriculteurs du groupe qui voient les dates de semis et de récoltes varier chaque année et par conséquent y voient des difficultés dans la planification de la gestion des cultures intermédiaires.

### Scénario 2. Quelles possibilités d'exports de paille pour de nouvelles valorisations économiques ?

L'émergence de ce scénario est liée au développement d'unités de méthanisation et de la réflexion émergente sur de l'échange paille/digestat (cf scénario suivant).

La réflexion a volontairement été élargie à toute valorisation économique potentielle pour permettre de répondre à une autre dynamique, plus récente : celle du développement de la filière de construction paille dans l'Aisne, et plus largement dans les Hauts-de-France.

Le scénario a pour vocation de s'intégrer dans une réflexion territoriale de développement de filière en identifiant les zones « à risque » où le développement de l'export de paille aurait un impact négatif sur le stockage de carbone dans les sols agricoles et des territoires « sources de gisements ». ABC'Terre permettrait ainsi d'accompagner le développement durable de filières et de dynamiques locales.

Par exemple, un tableau de préconisation sur les possibilités d'export de paille en fonction du type de sol et du type de rotation a été proposé (Annexe 4 : Tableau d'aide à la décision export de pailles (déclinaison de l'étude cartopaille, données datant d'avant la dernière mise à jour de l'outil ABC'Terre).

Ce tableau est issu d'un précédent réalisé lors de l'étude Cartopaille réalisé par Agro-Transfert et Arvalis en 2008 à partir de l'outil Simeos-AMG. Nous avons croisé les préconisations du tableau avec les systèmes de cultures et types de sols rencontrés sur le territoire test du Saint-Quentinois-Vermandois.

Scénario 3. Évaluer les impacts des modifications des systèmes de cultures à destination de la méthanisation (au regard du développement de projets de méthanisation sur le territoire et à ses alentours)

L'impact d'un développement d'échanges paille/digestat dans le cadre de l'essor de la filière méthanisation n'a pas pu être simulé à l'échelle du territoire faute de références sur le sujet.

Cependant, en complément du scénario précédent, et en réponse aux interrogations croissantes des producteurs sur l'impact du développement des méthaniseurs sur le carbone et les gaz à effet de serre, un scénario à l'échelle de systèmes de culture a été modélisé.

Cette modélisation s'est faite à l'aide d'une option simplifiée de l'outil ABC'Terre permettant de réaliser des simulations indépendamment du territoire à l'échelle de plusieurs systèmes de cultures.

Pour ce scénario, nous avons mobilisé Guillaume Rautureau, conseiller méthanisation de la Chambre d'Agriculture, afin de nous orienter sur les modifications de systèmes les plus rencontrés sur le territoire du Saint-Quentinois-Vermandois dans le cadre d'une installation d'une unité de méthanisation.

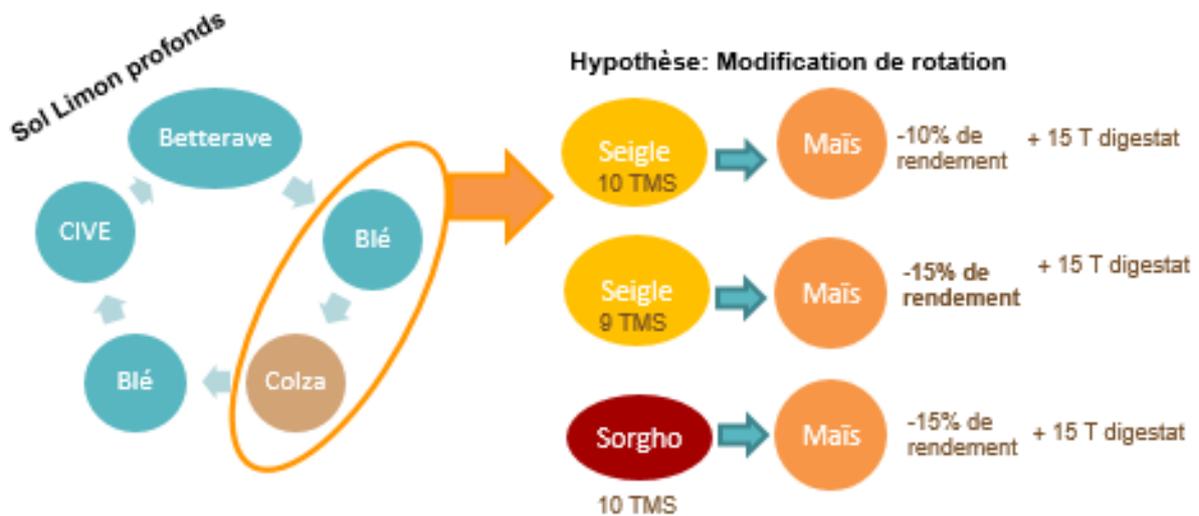


Figure 16 : Hypothèses de modifications d'assolements et résultats pour le scénario « méthanisation »

Afin d'étayer ce scénario, Marion Delesalle (Agro-Transfert) a également testé d'autres scénarios de modifications de rotations, toujours à partir du fichier de collecte simplifié et détaillés en Annexe 5 : Scénarios testés pour le développement de méthanisation et résultats.

Scénario 4. Étudier la possibilité d'introduire plus de produits résiduels organiques (dans la limite des approvisionnements disponibles)

La demande des agriculteurs concernant la possibilité d'introduire des produits résiduels organiques reposait principalement sur les ressources encore disponibles (nature des produits résiduels organiques et gisement potentiel).

Ce scénario n'a malheureusement pas abouti : après avoir échangé avec les conseillers du service agro-environnement et la MUAD (Mission d'Utilisation Agricole des Déchets), aucun gisement conséquent n'est ressorti. A l'inverse : la tendance étant à la diminution des élevages sur ce territoire, la ressource de matière organique en découlant a vocation également à diminuer.

## 3.2.2. Les scénarios proposés mais non retenus

Un travail de réflexion a été également porté avec Agro-Transfert et la Chambre d'Agriculture afin d'être force de proposition auprès des agriculteurs avec des scénarios qui n'avaient pas été proposés lors des groupes de travail :

### Scénario 5. La diminution de l'apport d'azote minéral

Basé sur l'hypothèse retenue dans l'étude INRAE « Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques » ; une simulation a été faite sur la base d'une réduction de 10% de la dose d'azote minérale sur les cultures principales.

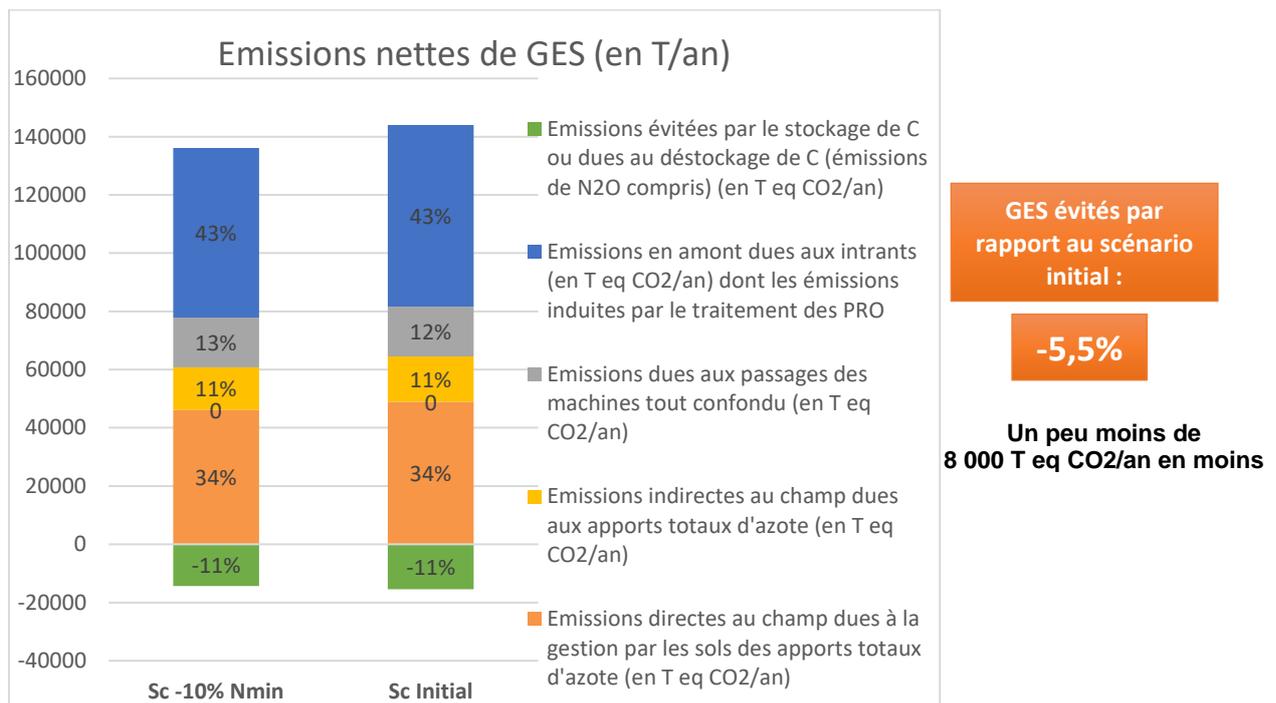


Figure 17 : Résultat du scénario de diminution de l'apport d'azote minéral

Ce scénario n'a pas été retenu, le travail effectué entre les agriculteurs et les conseillers chambres ou conseillers techniques de coopératives les amènent déjà à optimiser les apports d'azote minéral face aux exigences de rendement.

### Scénario 6. Le potentiel d'implantation de haies

Basé sur l'hypothèse retenue dans l'étude 4p1000 de l'INRAE (2019), nous avons présenté un scénario qualifié de « scénario optimiste » sur la plantation de haies sur pour 60% du territoire (26 281,8 ha sur les 44 059 ha totaux).

La surface éligible sur base sur les critères de l'étude INRAE qui permettent de définir l'AMT : Assiette Maximale Théorique qui représente la surface totale du territoire qui regroupe les critères permettant d'implanter les haies.

Les chiffres ressortis permettent d'estimer à 525,6 t de carbone additionnel stockés dans les sols, représentant une atténuation des émissions de gaz à effet de serre de 1 927,2 t de CO2 eq.

Si le scénario n'a pas été retenu, c'est qu'une démarche d'implantation de haies est déjà en cours sur le territoire du Saint-Quentinois et le groupe de travail ne souhaitait pas travailler sur un scénario plus ambitieux d'implantation de haies.

## Scénario 7. Le potentiel d'implantation d'agroforesterie

Basé sur l'hypothèse retenue dans l'étude 4p1000 de l'INRAE (2019), nous avons présenté un scénario qualifié de « scénario optimiste » sur la plantation d'arbres pour 75,8% du territoire (l'assiette mixte technique, correspondant au potentiel de mise en œuvre de ce scénario sur le territoire correspond à 33 386,5 ha sur les 44 059 ha totaux).

La surface éligible sur base sur les critères de l'étude INRAE qui permettent de définir l'AMT : Assiette Maximale Théorique qui représente la surface totale du territoire qui regroupe les critères permettant d'implanter des systèmes en agroforesterie.

Les chiffres ressortis permettent d'estimer à 8 346,6 t de carbone additionnel stockés dans les sols, représentant une atténuation des émissions de gaz à effet de serre de 30 604,2 t de CO<sub>2</sub> eq.

Si le scénario n'a pas été retenu, c'est qu'il a été estimé que les systèmes en place et les rendements du territoire limitaient les gains agronomiques d'un système en agroforesterie et représentait un impact économique trop important. Si des exploitations du territoire se tournent aujourd'hui vers de l'agroforesterie, la volonté du groupe n'était pas de modéliser une globalisation de ces systèmes.

## Scénario 8. Le scénario climatique

Au-delà d'un scénario de changement de pratiques, nous avons souhaité modéliser l'impact de la hausse des températures (Figure 18).

Cette modélisation a été principalement utilisée comme outil de sensibilisation aux impacts du changement climatique au sein des groupes et n'a pas vocation à être diffusé. Depuis la réalisation de ces cartes, l'outil de calcul ABC'Terre a été mis à jour mais pas la carte.

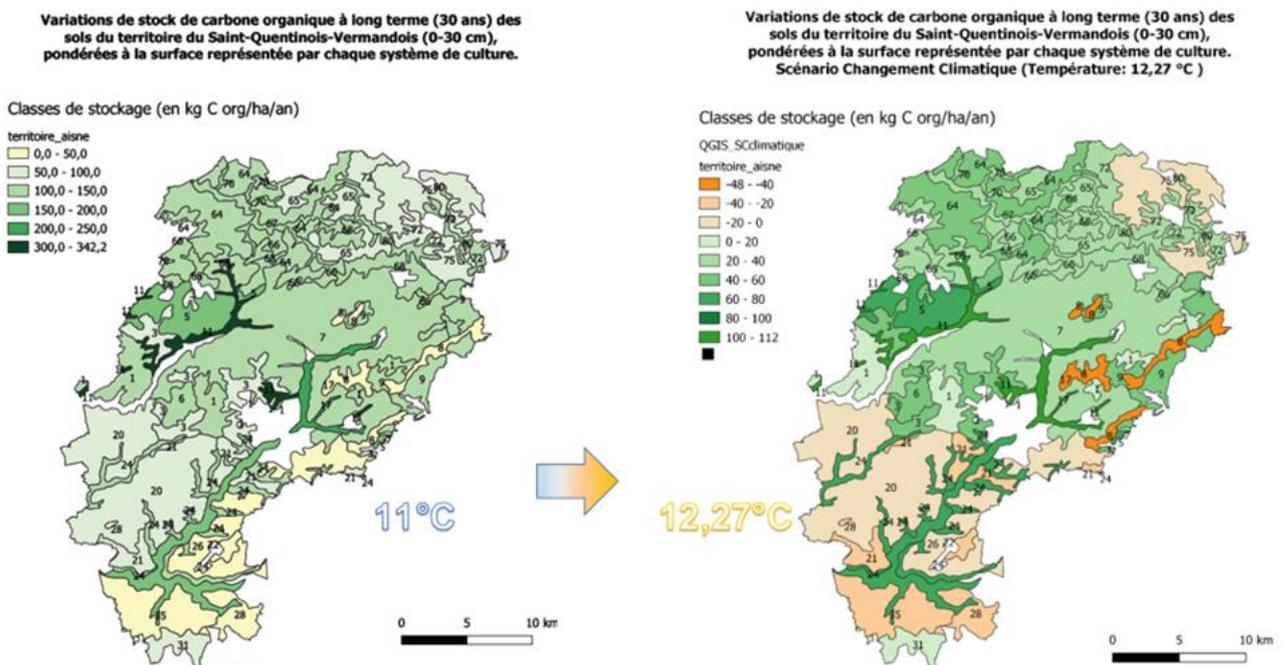


Figure 18 : Résultat du scénario climatique représenté par une carte (chiffres datant d'avant la mise à jour de 2020)

### 3.2.3. Les scénarios proposés en ateliers avec les collectivités

La démarche ABC'Terre s'est déroulée en même temps que la rédaction du PCAET de la Communauté d'Agglomération du Saint-Quentinois ; un hasard du calendrier qui nous a permis de nous baser sur les objectifs de l'EPCI dans le cadre de nos modélisations.

Ainsi, en parallèle des scénarios proposés par les agriculteurs du groupe, plusieurs scénarios sont ressortis également dans le PCAET de la collectivité, tels que le développement de la méthanisation. Nous avons pu baser nos estimations de développement d'unités de méthanisation sur les objectifs de développement du PCAET, en l'étendant au territoire de la communauté de communes du Pays en Vermandois.

#### Scénario 9. Evaluer l'impact du développement des légumineuses sur le territoire

Le développement des légumineuses sur le territoire est un scénario qui n'a pas été proposé par le groupe d'agriculteurs, mais qui a été inscrit comme objectif dans le PCAET de la Communauté d'Agglomération du Saint-Quentinois. Nous avons trouvé cela intéressant d'intégrer ce scénario.

Les objectifs du PCAET de la Communauté d'Agglomération du Saint-Quentinois prévoient le remplacement de 300 ha de blé par des légumineuses. Nous avons étendu ces prévisions sur le territoire de la communauté de communes du Pays en Vermandois avec un scénario basé sur les hypothèses suivantes :

Dans les rotations comprenant Blé – Blé – Colza, remplacement du second blé par une Féverole

- Hors sols de craies, caillouteux et superficiels
- Rotation permettant de respecter le délai de retour de 5 à 6 ans
- Superficie totale de 600 ha (Estimation du PCAET de la CASQ étendue au Pays du Vermandois).

Etant donné la part minime que représente 600 ha sur la surface totale du territoire ; Agro-Transfert a ajouté une simulation à l'échelle du système de culture afin de permettre une mise en perspective des résultats. Pour cela, le fichier de collecte simplifié a été utilisé avec la modification sur la rotation suivante :

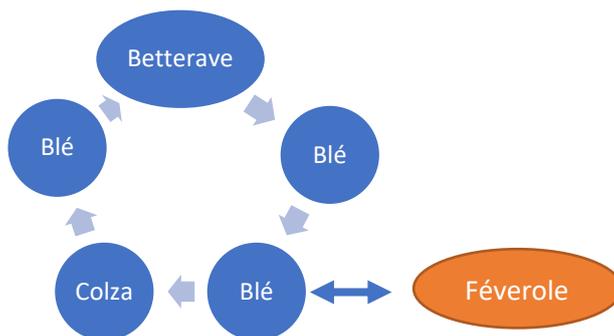


Figure 19 : Schéma illustrant le changement d'assolement réalisé sur un SdC type sur lequel ce scénario était applicable

## 3.3. Comparaison des scénarios

### Scénario 1. Optimisation des cultures intermédiaires

Les scénarios testés sur les pratiques de cultures intermédiaires sont tous favorables à la diminution des émissions de GES par rapport au diagnostic initial, en partie permis par un stockage de carbone plus important par les sols (entre 17 et 25% d'émissions compensées par le stockage de carbone en plus par rapport au scénario initial en passant de 14 590 teq CO<sub>2</sub>/an compensées à minimum 17 080 teqCO<sub>2</sub>/an).

Il n'y a pas de différence significative entre les scénarios basés sur une récolte précoce ou celui sur une récolte tardive selon les paramétrages. Le mélange Seigle-Vesce compense moins d'émissions par le stockage de carbone que les autres scénarios de cultures intermédiaires (17% d'émissions compensées par le stockage de carbone en plus par rapport au scénario initial avec 17 080 teq CO<sub>2</sub> de compensées par le stockage de carbone dans le sol) et restitue moins d'azote au système (seulement 5 914 t N<sub>2</sub>O/an contre 6814 t N<sub>2</sub>O minimum pour les autres cultures intermédiaires).

Le mélange riche en légumineuses restitue plus d'azote au système (8 608 t N<sub>2</sub>O/an), des émissions supplémentaires sont dues au phénomène de dénitrification (avec 16 093 t eq CO<sub>2</sub>/an d'émissions indirectes au champ). Ces émissions supplémentaires sont compensées par des émissions brutes plus faibles dues à la réduction des engrais minéraux et des émissions compensées par le stockage de carbone équivalentes au scénario initial (18 102 teq CO<sub>2</sub>/an).

L'ensemble des scénarios permettent une réduction de la dose d'azote minéral.

L'ensemble des scénarios basés sur les cultures intermédiaires montrent une augmentation des émissions de gaz à effet de serre brutes (notamment sur le volet des émissions directes et indirectes), induites par une plus grande restitution d'azote au sol qui participe au processus de dénitrification et donc aux émissions de N<sub>2</sub>O. Mais ces émissions brutes sont compensées par la production de biomasse qui permet un stockage de carbone dans le sol suffisant pour des émissions nettes plus faibles que le scénario initial (Figure 20). Le détail de l'analyse de ce scénario se trouve en Annexe 6 : Résultats détaillés du scénario 1 – cultures intermédiaires.

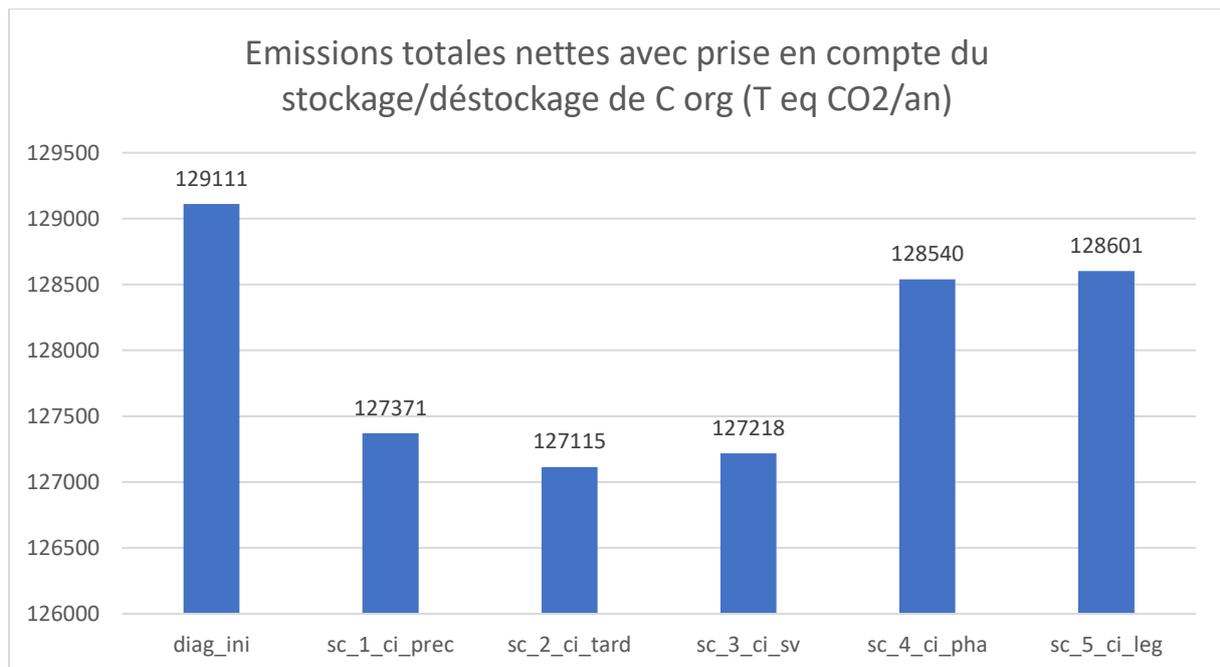


Figure 20 : Emissions totales nettes des scénarios de cultures intermédiaires

→ **Les scénarios d'optimisation des cultures intermédiaires présentent des émissions de gaz à effet de serre brutes plus importantes dues aux émissions de N<sub>2</sub>O par le processus de dénitrification avec une restitution d'azote au sol plus importante. Mais le stockage de carbone permis par la production et la restitution de biomasse compense les émissions brutes supplémentaires par le stockage de carbone dans le sol et induisent une diminution des émissions nettes de gaz à effet de serre.**

Scénario 2. Quelles possibilités d'exports de paille pour de nouvelles valorisations économiques ?

Le scénario « export de paille » permet de simuler l'impact, à l'échelle d'un territoire, de l'export de paille pour une valorisation vers une autre filière telle que l'échange biomasse/digestat ou la valorisation de la paille vers la construction biosourcée.

Les exploitations du Saint-Quentinois-Vermandois enfouissent majoritairement leurs pailles, le scénario présenté va dans une augmentation globalisée de l'export avec un export d'une paille sur 3 pour tout type d'exploitation à l'exception des exploitations d'élevages. Ce scénario implique, à l'échelle du territoire :

- Une diminution des émissions brutes de gaz à effet de serre à hauteur de : **1 187 t eq CO<sub>2</sub>/an d'évités**
- Mais des émissions supplémentaires par le **déstockage de carbone** par les sols à hauteur de **4 140 téq CO<sub>2</sub>/an supplémentaires**, émis par une diminution du stock de carbone de 1 080 t par an.

**Soit, in fine, des émissions nettes globales augmentées de 2 953 teq CO<sub>2</sub>/an.**

Si ce scénario permet de mettre en avant les limites à une généralisation de l'export de paille, une territorialisation et un travail « au cas par cas » doit permettre aux exploitants agricoles de valoriser une part de leur production de paille vers de nouvelles filières sans diminuer le stock de carbone dans les sols.

Scénario 3. - Évaluer les impacts des modifications des systèmes de cultures à destination de la méthanisation (au regard du développement de projets de méthanisation sur le territoire et à ses alentours)

Ce scénario fut peut-être l'un des plus complexes à mettre en œuvre puisqu'il implique une modification de l'assolement. Le fichier de collecte simplifié a été ici d'une aide précieuse et nous a permis d'aborder la thématique, non pas à l'échelle du territoire, mais à l'échelle du système de culture.

Plusieurs scénarios ont été testés et sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Les différents scénarios de modifications de systèmes de cultures à destination de la méthanisation

1	Scénario initial : <b>Bett-Blé-Colza-Blé en limons profonds</b>
2	Remplacement du Colza par Maïs g. + introduction d'un seigle en dérobé (10 T MS) + rdmt de Maïs grain estimé à - 10% + Apport de 15 T de digestat sur betterave
3	Remplacement du Colza par Maïs g. + introduction d'un seigle en dérobé (9 T MS) + rdmt de Maïs grain estimé à - 15% + Apport de 15 T de digestat sur betterave
4	Remplacement du Colza par Maïs g. + introduction d'un sorgho en dérobé (10 T MS) + rdmt de Maïs grain estimé à - 15% + Apport de 15 T de digestat sur betterave
5	Scénario initial 2 : <b>Bett-Blé-Colza-Blé-PdT-Blé en limons profonds</b> mais dans une zone différente du TP (teneurs initiales en C org différentes)

6	Introduction d'un seigle à 9 T MS avant betterave + baisse de rdmt sur betterave de 10% + apport de 15 T de digestat sur betterave
7	<b>Scénario initial 3 : Bett-Blé-Colza-Blé en sols argilo-calcaires</b>
8	Remplacement du Colza par Maïs g. + introduction d'un seigle en dérobé (9 T MS) + rdmt de Maïs grain estimé à - 15% + Apport de 15 T de digestat sur betterave
9	Remplacement du Colza par Maïs g. + introduction d'un sorgho en dérobé (10 T MS) + rdmt de Maïs grain estimé à - 15% + Apport de 15 T de digestat sur betterave
10	<b>Scénario initial 4 : Bett-Blé-Maïs G.-Blé en limons profonds</b>
11	Introduction d'un seigle à 9 T MS avant Maïs G + Baisse de rdmt de 15% sur Maïs G + apport de digestat sur betterave
12	Introduction d'un sorgho à 10 T MS avant Maïs G + Baisse de rdmt de 15% sur Maïs G + apport de digestat sur betterave

Les résultats d'émissions de GES nettes pour ces différents scénarios sont présentés dans la figure ci-dessous.

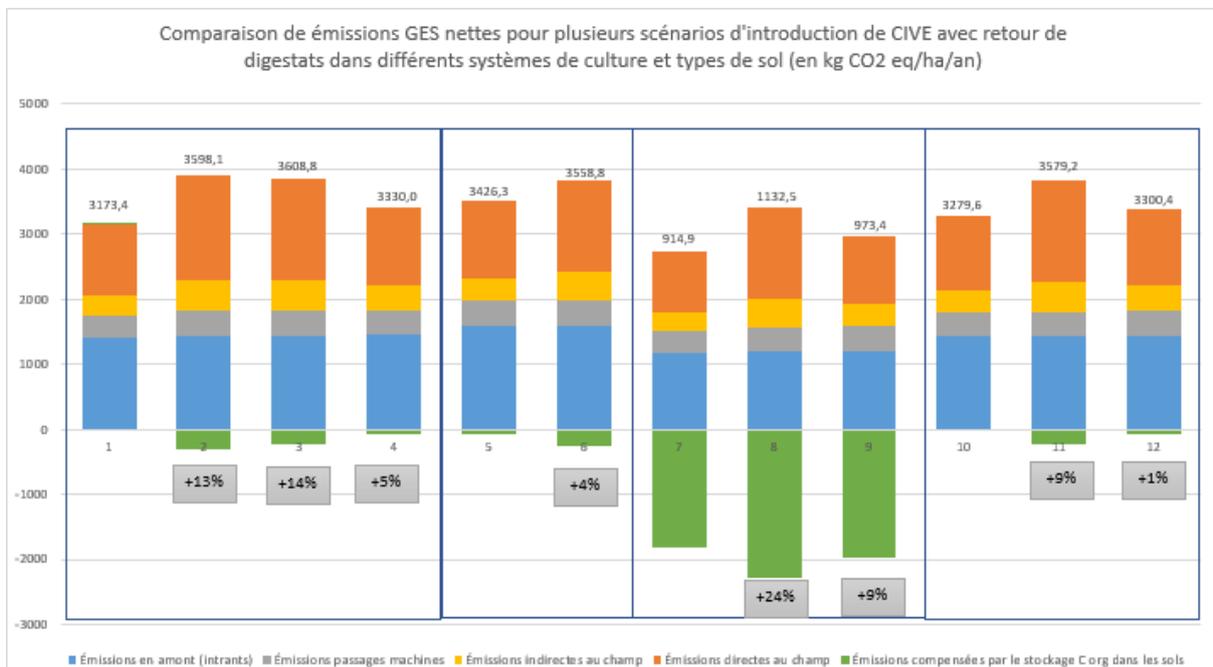


Figure 21 : Emissions de GES nettes des différents scénarios de systèmes d cultures modifiés pour l'introduction de CIVE et digestats

D'une manière générale, les différentes modifications d'assolement proposés ici induisent une augmentation plus ou moins importante des émissions de gaz à effet de serre, allant de **+1% à +24%** d'émissions nettes. Le stockage de carbone par les sols est favorisé dans tous les scénarios alternatifs liés à la méthanisation. Mais les émissions brutes augmentent, principalement dues à l'augmentation des interventions pour la gestion des CIVEs, qu'il s'agisse des émissions directes ou indirectes au champs avec l'apport d'azote, des émissions en amonts, mais également les émissions dues aux passages supplémentaires de machines agricoles pour l'implantation et la gestion des CIVES ainsi que l'épandage du digestat.

Un point de vigilance a été mis en avant lors du groupe de travail : en effet, si le travail effectué via ABC'Terre ne prend en compte que les émissions à l'échelle du système de culture et les émissions au champs ; ce type de scénario mérite d'estimer les émissions évitées par le remplacement d'une part de l'énergie produite par de l'énergie renouvelable ( en se basant sur une estimation du réseau de sites

démonstrateurs IAR, Agro-Transfert, 1 MWh produit via un méthaniseur produit en moyenne 5 fois moins de gaz à effet de serre par rapport aux émissions dues à la production de gaz naturel).

## Scénario 9 - Evaluer l'impact du développement des légumineuses sur le territoire

Le développement des légumineuses, à l'échelle du territoire, ne permet pas d'obtenir un impact représentatif sur les émissions de gaz à effet de serre, en raison des surfaces limitées qui ont été simulées. Basés sur les objectifs du PCAET du Saint-Quentinois et étendus au territoire du Pays en Vermandois, le scénario prend en compte le remplacement de 600 hectares de blé par de la féverole (sur les 44 059 ha du territoire) :

A l'échelle du territoire, ce scénario présente une diminution des émissions brutes de 502 teq CO<sub>2</sub>/an.

**Soit, in fine, des émissions de gaz à effet de serre nettes réduites de 482 teq CO<sub>2</sub>/an par 600 hectares de féveroles.**

Etant donné le peu d'impact de ce scénario à l'échelle du territoire, malgré les résultats encourageant à l'échelle du système de culture (à cause du peu de surfaces en féverole ajoutées) nous avons voulu aller plus loin. Ainsi, le remplacement d'un deuxième blé par une féverole a été testé à l'échelle de la rotation, sur des sols limoneux. Ce nouveau scénario permet de diminuer de 15,6% les émissions de gaz à effet de serre. Cette diminution s'explique principalement par une diminution de l'apport d'intrants, et notamment d'azote minéral, qui se retrouve dans la diminution des émissions directes et indirectes de N<sub>2</sub>O et les émissions en amont dues aux intrants. Ce résultat montre que cette action peut avoir un réel impact si plus de surfaces sont mobilisées.

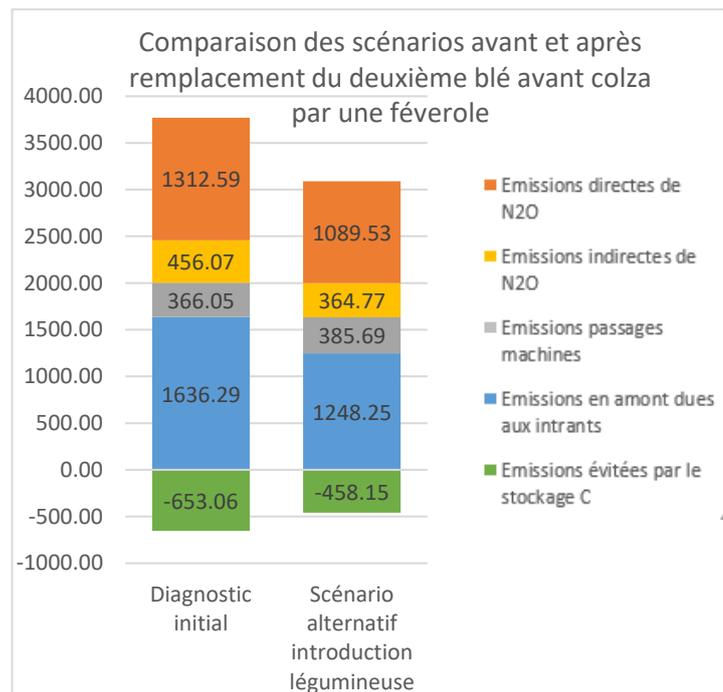


Figure 22 : Modélisation de l'implantation de féverole à la place d'un second blé à l'échelle du système de culture

## Scénario combinant export de paille et optimisation des couverts intermédiaires

Un dernier scénario combinant export de paille et optimisation des couverts et répondant à la problématique de développement de filières de valorisation a été proposé par la référente animatrice en charge du déploiement après avoir analysé les résultats des différents scénarios. Dans le cadre d'un export plus important de paille pour une nouvelle filière de valorisation, des moyens pourraient être mis en œuvre afin de compenser les émissions supplémentaires. Cette compensation pourrait être assurée par les couverts. Ce scénario se base ainsi sur les paramètres de production de biomasse par les cultures intermédiaires augmentée à 3 TMS/ha sur les sols de limons, mais restant maintenus à 2TMS/ha sur les sols calcaires. L'export de paille est quant à lui passé à 1 paille exporté sur 3 à l'exception des systèmes d'élevages qui maintiennent leurs conditions actuelles d'export de paille.

Comme le montre la figure suivante, ce scénario combiné émet un total de 110 632 T eq CO<sub>2</sub>/an, dont 7 626 T eq CO<sub>2</sub>/an compensés par le stockage de carbone par les sols. Il permet de compenser 9% des

émissions brutes par le stockage de carbone par les sols. Les principaux postes d'émissions de gaz à effet de serre restent les postes relatifs aux apports d'azote (et notamment l'azote minéral).

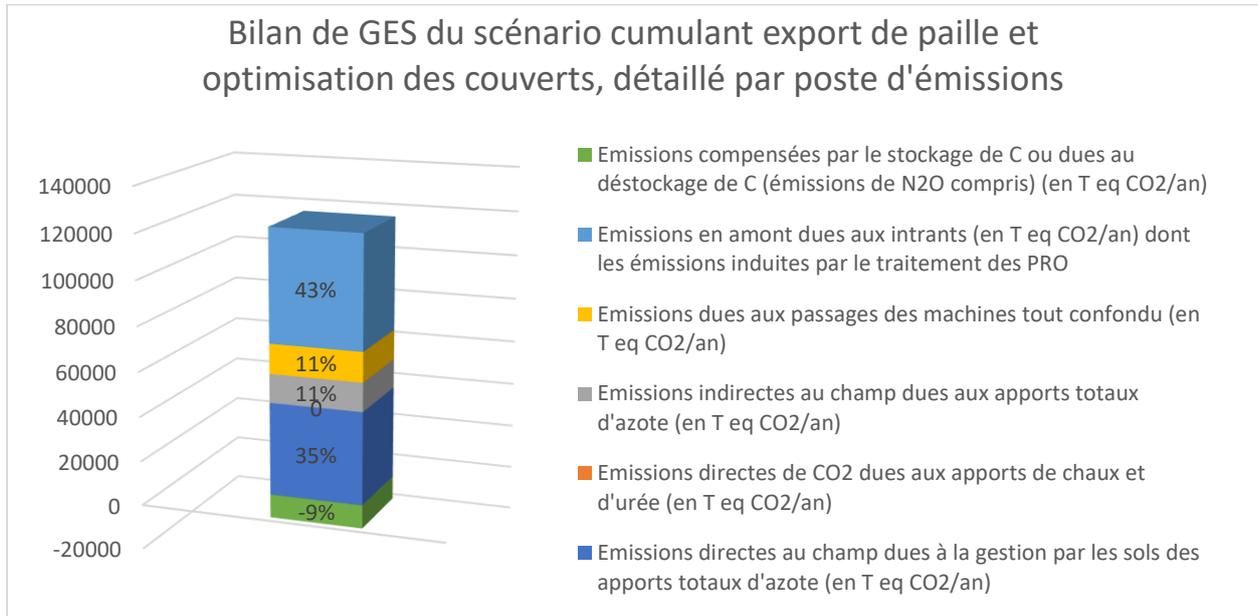


Figure 23 : Les principaux postes d'émissions du scénario cumulé export de paille/CI optimisée

Vue globale des scénarios et leurs impacts sur les émissions de GES :

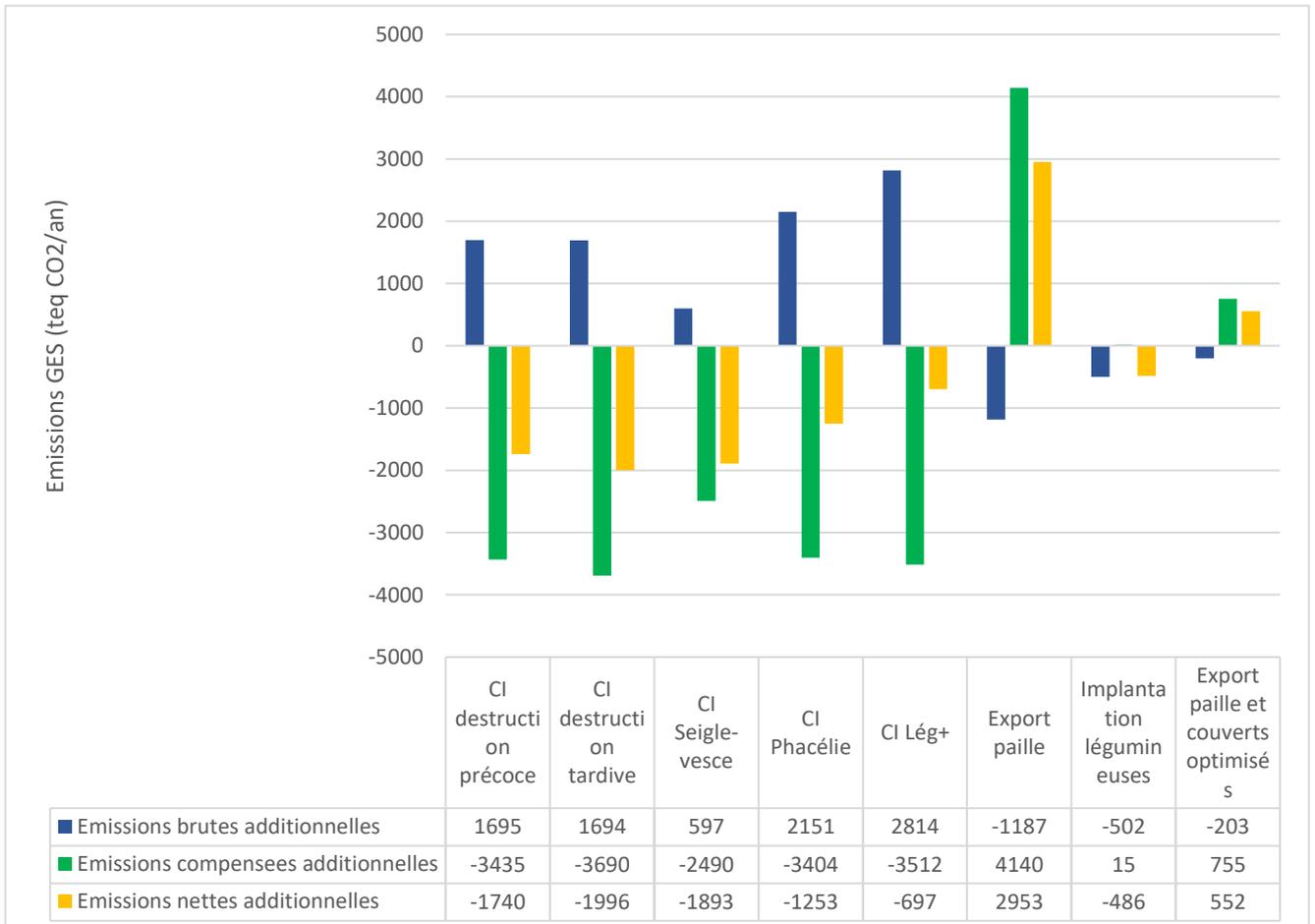


Figure 24 : Comparaison des émissions additionnelles ou réduites des différents scénarios

In fine, le scénario permettant de compenser le plus de gaz à effet de serre à l'échelle du territoire implique d'optimiser la gestion des cultures intermédiaires.

Le scénario d'export de pailles supplémentaires permet de diminuer les émissions de gaz à effet de serre brutes, mais entraîne des émissions supplémentaires liées au déstockage de carbone. In fine, il émet plus de gaz à effet de serre que le diagnostic initial. Cependant, combiné à une optimisation de la production de biomasse par les cultures intermédiaires, il permet de limiter le déstockage et donc l'impact sur les émissions de gaz à effet de serre du territoire à 552 tonnes de carbone supplémentaire par an (soit +0.4%) par rapport au diagnostic initial.

Le scénario d'implantation de légumineuses permet quant à lui une diminution des émissions nettes par rapport au diagnostic initial, mais qui est beaucoup plus faible que les scénarios d'optimisation de la gestion des couverts. Il faudrait mobiliser une plus grande surface du territoire pour atteindre une réduction plus importante.

## 4. Bilan de la démarche

### 4.1. Plan d'action

Le travail sur le plan d'action est passé par deux étapes distinctes : une première étape en 2019, où nous avons produit des objectifs chiffrés en termes de mise en place de leviers agricoles (quels rendements de cultures intermédiaires sur quelle partie des surfaces...). Ces premiers travaux ont permis de mettre en place des scénarios de simulation.

La deuxième étape a permis la mise en place d'un plan d'action concret, réalisé en décembre 2019 lors d'un atelier de co-construction « speed boat » afin de mettre en avant les leviers et les freins au développement des leviers agronomiques. Il en est ressorti le speed boat illustré en Figure 6.

Parmi les scénarios testés, l'optimisation des cultures intermédiaires est ressortie comme le levier agronomique le plus réalisable par les agriculteurs mobilisés. Ces derniers ont mis en avant la nécessité d'informer et de former les agriculteurs à l'optimisation de la gestion des cultures intermédiaires. Si aujourd'hui l'implantation des couverts est gérée en réponse à une contrainte réglementaire, les agriculteurs ont conscience que leur gestion pourrait être optimisée.

Au-delà de l'impact d'une meilleure gestion sur les émissions de gaz à effet de serre et le stockage du carbone dans les sols, ils ont mis en avant l'importance de se baser sur d'autres éléments à approfondir à la suite du déploiement de la démarche ABC'Terre :

- Le coût d'implantation et de gestion des cultures intermédiaires (coût des légumineuses par rapport à la moutarde) ;
- L'impact économique à l'échelle de la rotation ;
- L'amélioration de la structure du sol et ses bienfaits pour la lutte contre l'érosion ;
- La valorisation économique potentielle de la séquestration du carbone.

Le groupe a également mis en avant le besoin de vigilance sur plusieurs points :

- L'importance d'étudier les impacts économiques des différents leviers. En effet, si les cultures intermédiaires ne sont pas aujourd'hui gérées de manière optimale, c'est principalement dû aux appréhensions des agriculteurs faces aux coûts potentiels et à l'absence de valorisation économique tangible de ces couverts.

- Les aléas climatiques et les conséquences du réchauffement climatique qui rendent difficiles la gestion des cultures intermédiaires (implantation et destruction). 2020 se place comme un exemple des conditions que peuvent rencontrer les agriculteurs avec une levée des couverts quasi-inexistante.
- D'une manière générale, qu'il s'agisse de couverts ou du développement des surfaces en légumineuses, le manque de recherche et de connaissances permettant d'assurer un minimum de rendement ; l'importance de mettre en œuvre les moyens nécessaires dans la recherche variétale.
- Le manque d'organisation de filières de valorisation des légumineuses. Le remplacement de surfaces de blé par des féveroles, par exemple, doit permettre à l'agriculteur d'assurer une continuité de revenu, voire une plus-value, qui aujourd'hui ne sont pas assurées.
- Les agriculteurs du groupe ont bien intégré la notion de temps longs qui est indue aux thématiques de gestion du carbone du sol, ce qui rend difficile une projection de leur part face aux évolutions plus rapides de la réglementation environnementale.

Il est ressorti des échanges un ensemble de freins au développement de leviers agronomique qui nécessite d'informer et de sensibiliser d'autres acteurs des filières (coopératives, politiques, etc).

## 4.2. Plan de communication autour de la démarche sur le territoire

Enfin les agriculteurs du groupe de travail ont mis en avant le besoin de communiquer sur les résultats du stockage de carbone par les sols. Les résultats présentés vont, dans l'ensemble, à l'encontre des idées reçues du grand public et le groupe de travail a exprimé la volonté de communiquer sur les résultats du déploiement de la démarche sur le territoire et le rôle du stockage de carbone par les sols agricoles. Un plan de communication est ressorti de l'atelier speed boat :

<u>Public cible</u>	<u>Moyen de communication</u>	<u>Description</u>
Grand public	Article court sur la démarche ABC'Terre 2A	Communication sur le site internet de la communauté d'Agglomération du Saint-Quentinois
	Présentation lors de conférence/débat	Basé sur des évènements existants : les mardinales ; organisées par le CAUE de l'Aisne. Un accord de principe a été établi pour organiser une mardinale sur la démarche ABC Terre.  <i>Suite au confinement, le format a été modifié et sera fait sous forme de webinaire. L'audience, suite à cette modification de format, a augmenté lors des mardinales du CAUE.</i>
	Brochure « Retour d'expérience »	Une brochure double page avec une synthèse des résultats et de la démarche et des témoignages d'agriculteurs et des représentants de la collectivité. Cette brochure sera accessible sur l'espace web ABC'Terre et à disposition de tous.
	Communication sur le site pays-aisne.org	Article présentant la démarche et des résultats synthétiques.
Collectivités	Article présentant la démarche dans la	<i>Reporté au prochain champ d'action (2021)</i>

	Newsletter Champs d'Action	
	Communication sur le site pays-aisne.org	Article présentant la démarche et des résultats synthétiques.
	Communication lors du petit déjeuner des territoires	Evènement organisé chaque année à destination des collectivités afin de présenter la chambre d'Agriculture et ses actions.  <i>L'évènement a été annulé cette année pour des raisons sanitaires</i>
	Communication auprès des collectivités lors de la rencontre des nouveaux conseils en place	Suite aux changements de membres des communautés de communes, la Chambre d'Agriculture se fixe pour objectif de rencontrer un maximum de présidents/vice-présidents nouvellement en place afin de se présenter et d'être à l'écoute de leurs besoins et attentes. La référente ABC'Terre de l'Aisne est référente sur 8 des 19 EPCI de l'Aisne.  De plus un flyer de présentation de la démarche sera intégré dans le « kit d'accompagnement » des agriculteurs référents répartis sur les différentes EPCI de l'Aisne.
	Intégration au guide des prestations TERRALTO de la Chambre d'Agriculture de l'Aisne	TERRALTO est la marque des chambres d'agriculture à destination des collectivités. La démarche ABC'Terre a été proposée pour être intégrée dans le guide des prestations terralto.  <i>Si la prestation a été proposée, elle n'est pas encore validée à ce jour. De plus, le contexte de régionalisation nécessite potentiellement de reconfigurer l'offre avec les conseillers des autres chambres d'agriculture des Hauts de France.</i>
Agriculteurs	Articles dans l'Agriculteur de l'Aisne	Journal à destination des agriculteurs de l'Aisne, 2 articles sont prévus : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un premier présentant la démarche</li> <li>• Un second présentant des résultats</li> </ul>
	Présentation lors de journées techniques	Présentation de la démarche et de résultats via le poster ABC'Terre lors de journées techniques <i>Les conditions sanitaires et l'annulation ou report de plusieurs évènements ont limité l'avancée de ce projet qui sera réalisé en 2021.</i>
	Journées de formation/informations auprès des agriculteurs sur les cultures intermédiaires et leur gestion	La Chambre d'Agriculture et son service agro-environnement organise d'ores et déjà des évènements et formations en lien avec les cultures intermédiaires et leur gestion.
	Webinaire	Le directeur de la Chambre d'Agriculture de l'Aisne souhaite développer les webinaris à destination des

		agriculteurs et un webinaire pourra être réalisé sur ABC'Terre.
Conseillers de la Chambre d'Agriculture de l'Aisne	Présentation powerpoint	Une présentation powerpoint, ainsi qu'un enregistrement vidéo de la présentation commentée par le conseiller référent a été envoyé au groupe de conseillers du service agronomique qui ont contribués à la mise en forme des scénarios ABC'Terre
Elus CA02	Présentation en session de Chambre d'Agriculture	Une présentation powerpoint a été réalisé en mars 2020 à destination des élus de la Chambre d'Agriculture afin de présenter la démarche.
	Présentation en commission environnement	<i>En projet</i> La démarche et les résultats pourraient être présentés en commissions environnementales (regroupant agriculteurs élus et chefs de services des chambres d'agriculture à l'échelle de la région des Hauts de France)

In fine, les moyens de communications produits seront de formats différents :

- Poster sur la démarche
- Poster sur les résultats
- Article de presse sur la démarche
- Article de presse sur les résultats
- Flyer de communication papier
- Articles de présentations de la démarche sur les sites internet : communauté d'Agglomération du Saint-Quentinois, communauté de communes de Pays en Vermandois, pays-aisne.org, chambre d'agriculture de l'Aisne.
- Webinaire (à destination des agriculteurs et à destination du grand public)
- Présentations en sessions et commissions environnement

### 4.3. Difficultés rencontrées

- **La difficulté de modéliser certaines modifications de pratiques à l'échelle du territoire :**

Les pratiques à modéliser nécessitent parfois de réaliser des modifications d'assolements, qui sont parfois compliquées via le fichier de collecte ABC'Terre. Pour cela, l'utilisation du **fichier de collecte simplifié** avec un travail réalisé à l'échelle de l'exploitation est une solution intéressante.

- **La difficulté de mobiliser l'ensemble des agriculteurs sur l'ensemble des réunions :**

Cette difficulté n'est pas inhérente à la démarche ABC'Terre mais bien à tout travail de long terme avec les agriculteurs : planifier des réunions ne permet pas de garantir la présence des dits agriculteurs et nous avons déjà été amenés à annuler une réunion la veille à la vue des conditions climatiques qui assurait un taux de présence faible des agriculteurs.

- **La difficulté d'appréhender les différentes notions abordées et d'ouvrir le débat à de nouveaux leviers :**

Il a parfois été difficile pour le groupe d'agriculteurs de s'orienter vers de nouvelles modifications de pratiques. Pour plusieurs raisons, le manque d'informations techniques (en partie résolu par la

formation dispensée par Agro-Transfert et l'appui technique de l'animatrice référente et de ses collègues), mais également la méfiance face à certains leviers et l'accueil qui aurait pu être reçu par le grand public et les autorités environnementales.

- **Le « bon discours »**

Le groupe d'agriculteurs de l'Aisne a montré certaines appréhensions lors du lancement du projet. Les principales craintes exprimées étaient basées sur l'importance de prendre en compte les autres aspects d'une modification de pratiques (notamment économique) et d'aller au-delà de la dimension carbone/GES. Il a également été mis en avant les craintes face aux résultats et à leurs utilisations vers de nouvelles contraintes réglementaires.

Enfin les éléments de langage et les résultats à communiquer doivent prendre en compte les contraintes économiques des exploitations agricoles. Le développement des dispositifs mis en place pour la rémunération du carbone a présenté un intérêt pour les producteurs.

- **Dégager du temps pour l'analyse des résultats :**

Un problème qui devrait être résolu par la proposition de trames par les territoires tests et les améliorations que l'outil a subi au cours de 3 années du projet. En effet, l'analyse des résultats et la collecte des données a été fortement chronophage ; les évolutions de l'outil ont nécessité une adaptation continue et de mettre à jour tous les supports (cartes, graphiques, etc) avec les nouveaux résultats. Des contraintes principalement dues au caractère expérimental de ce projet et qui devrait être moins contraignant pour les prochains utilisateurs.

## Annexe 1 : Matrice des surfaces stockant/stabilisant ou déstockant le C par combinaison UCS-UTS

Permet de cibler l'analyse sur les UTS/UCS majoritaires en termes de surfaces. Là 76% de la SAU couverte.

UCS/UTS	13	15	18	21	27	30
1	100%		8%	61%		
			31%	27%		
			60%	11%		
3	100%	67%	36%	86%		
		8%	45%	12%		
		26%	19%	3%		
5	100%	67%	47%	65%		
		27%	37%	35%		
		6%	15%			
7	99%	42%	1%	37%		
		36%	1%	22%		
	1%	22%	98%	42%		
8	100%	76%				
		10%				
		14%	100%	100%		
9	100%	78%				
		13%				
		9%	100%	100%		
11	100%	68%	49%	93%		
			48%	7%		
		32%	3%			
20			36%	50%		
			11%	15%		
			53%	34%		
21	100%		21%	46%		
			24%	14%		
			55%	40%		
22	100%		13%	31%		
			16%	10%		
			71%	59%		
24	100%	73%	44%	55%		
		9%	23%	38%		
		19%	33%	7%		
28			36%	41%		
			5%	18%		
			60%	40%		
31	100%		51%	57%		
			6%	37%		

# ABC'Terre-2A

		43%	7%		
35		46%	53%		
		15%	13%		
		39%	34%		
64			79%		
			19%	22%	
			2%	78%	
65			86%	1%	
			12%	39%	
			2%	60%	
66			74%	4%	
			19%	22%	
			7%	74%	
67			97%	44%	
				8%	
			3%	48%	
68		31%	42%	87%	6%
		14%	20%	13%	19%
		55%	37%	1%	75%
72				17%	
				83%	
75					
80				13%	
				87%	

98% de la S

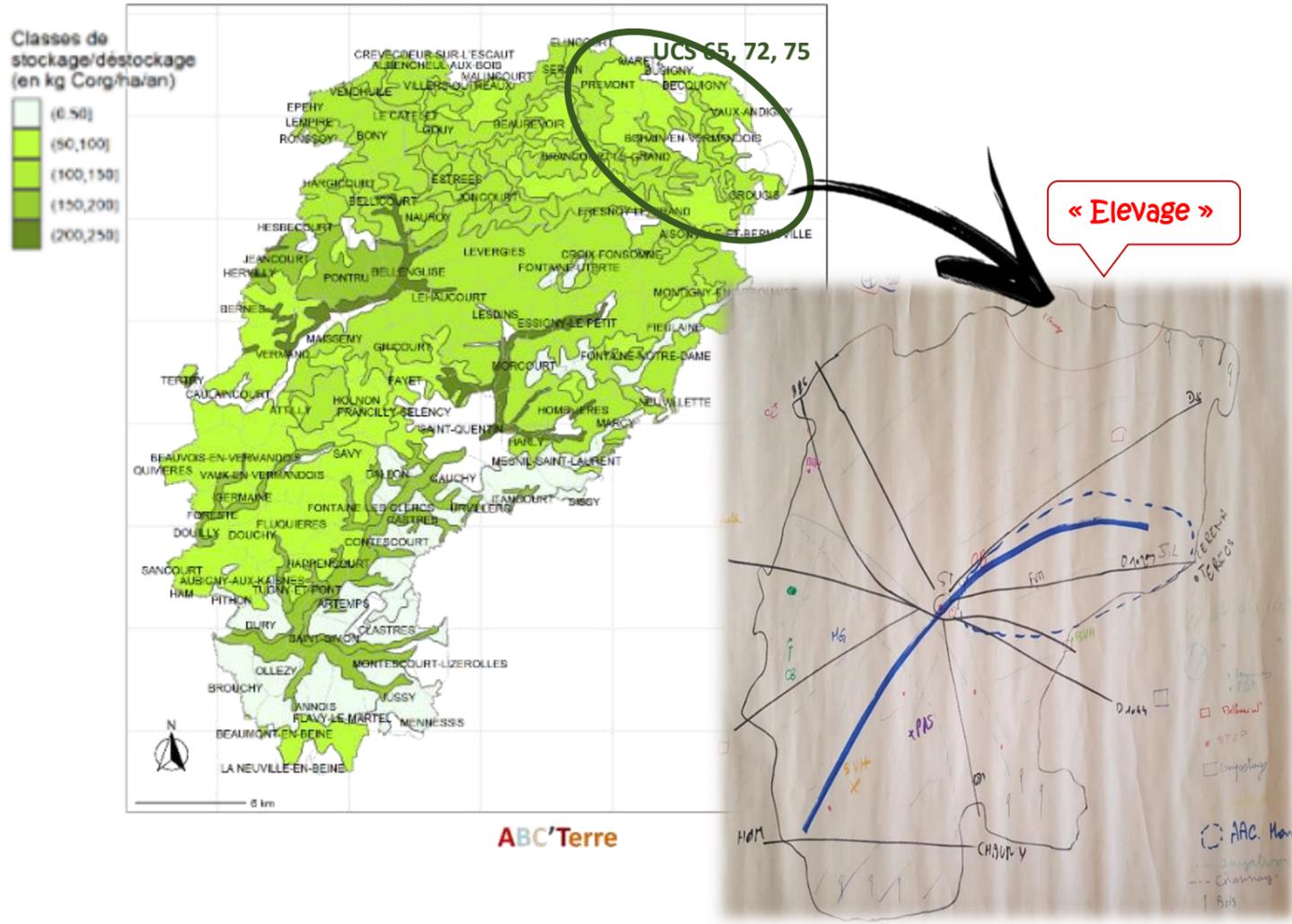
## Annexe 2 : Analyse des variations de stock par zonage

## Les « territoires d'élevages » au nord

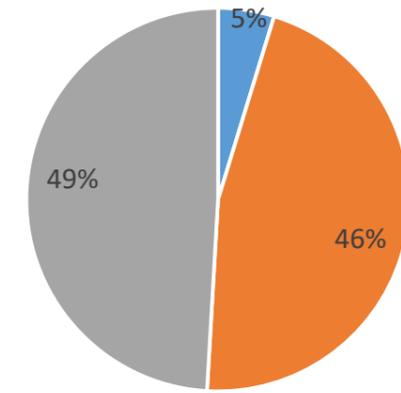
**Plateaux vallonnés et versants, plus ou moins humides**  
 Proportion plus importante de limons argileux profonds/ Proportion plus importante des cultures fourragères dans la rotation/ Fréquence d'export de paille plus élevée  
 ⇒ Zone d'élevage

**Plateaux vallonnés et versants, plus ou moins humides**  
 Proportion plus importante de limons argileux profonds/ Proportion plus importante des cultures fourragères dans la rotation/ Fréquence d'export de paille plus élevée  
 ⇒ Zone d'élevage

Variations des stocks de carbone organique des sols (0-30 cm) à 30 ans (kg Corg/ha/an) (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial

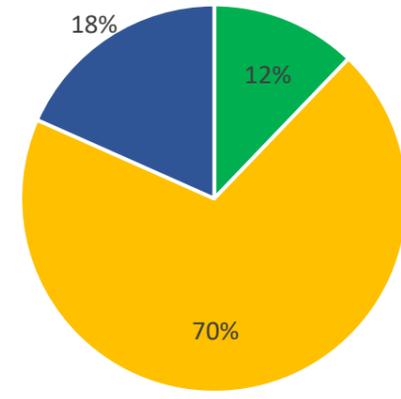


Facteur Sol



- Cranettes et sols de craie
- Limon argileux profond
- Limon moyen profond

Facteur Système de culture



- Moyenne de Proportion de cultures fourragères et/ou maïs ensilage
- Moyenne de Proportion de Colza, céréales et Maïs grain
- Moyenne de Proportion de cultures industrielles

Moyennes générales du territoire total	
Colza, céréales et maïs grain	66%
Cultures industrielles	25%
Cultures fourragères	9%

Facteur pratiques agricoles

	Moyenne de Fréquence de restitution des pailles de céréales dans la rotation	Moyenne de Fréquence d'implantation de cultures intermédiaires dans la rotation	Moyenne de Fréquence d'apport de PRO sur la rotation
Moyenne zone "élevages"	43,7%	28,8%	13,7%
Moyenne globale du territoire	46,9%	27,8%	12,4%

ABC'Terre

Carte participative élaborée par le groupe de travail

## Les « terres céréalières »

### Plateaux étroits vallonnées ou versants limoneux et crayeux

Répartition quasi 50/50 entre limons moyens profonds (minéralisation plus importante) et sols calcaires (complexes argilo-humiques « fixant » la matière organique).

Une proportion plus importante de colza, céréales et maïs grain que sur le reste du territoire restituant plus de carbone humifié dans le sol via les résidus de cultures importants.

UCS 5 caractérisée par une restitution plus importante des PRO et un apport plus important de PRO

UCS 11 marquée par une part plus importante de colza

Les UCS 8 et 9 se dénotent par un stock initial particulièrement élevé (pertes par minéralisation de carbone plus élevées)

Et l'UCS 8 se dénote par une fréquence de restitution des pailles plus faible.

### Plateaux étroits vallonnées ou versants limoneux et crayeux

Répartition quasi 50/50 entre limons moyens profonds (minéralisation plus importante) et sols calcaires (complexes argilo-humiques « fixant » la matière organique).

Une proportion plus importante de colza, céréales et maïs grain que sur le reste du territoire restituant plus de carbone humifié dans le sol via les résidus de cultures importantes.

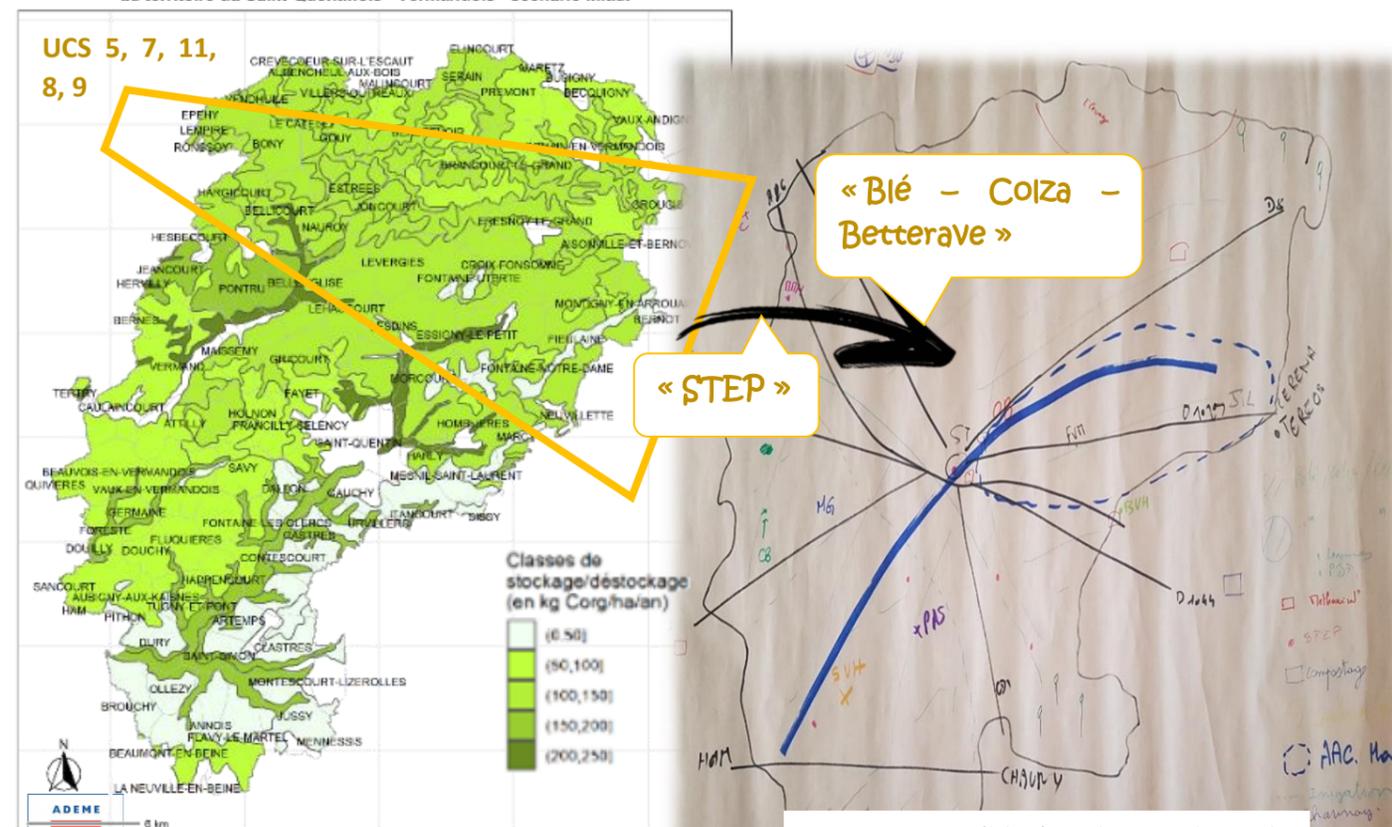
UCS 5 caractérisée par une restitution plus importante des PRO et un apport plus important de PRO

UCS 11 marquée par une part plus importante de colza

Les UCS 8 et 9 se dénotent par un stock initial particulièrement élevé (pertes par minéralisation de carbone plus élevées)

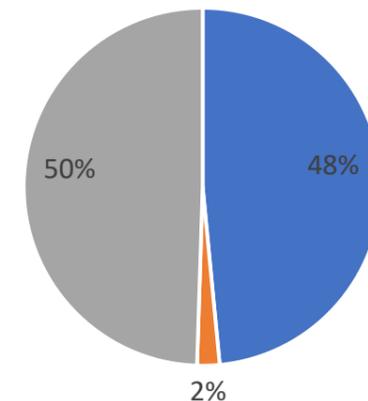
Et l'UCS 8 se dénote par une fréquence de restitution des pailles plus faible.

Variations des stocks de carbone organique des sols (0-30 cm) à 30 ans (kg Corg/ha/an) (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial



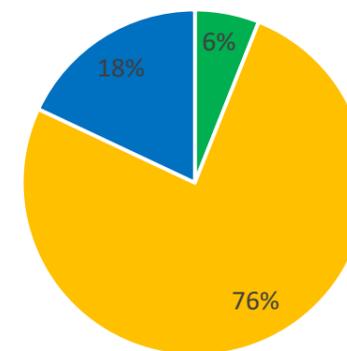
Carte participative élaborée par le groupe de travail

### Facteur Sol



- Cranettes et sols de craie
- Limon argileux profond
- Limon moyen profond

### Facteur Système de culture



- Moyenne de Proportion de cultures fourragères et/ou maïs ensilage
- Moyenne de Proportion de Colza, céréales et Maïs grain
- Moyenne de Proportion de cultures industrielles

Moyennes générales du territoire total	
Colza, céréales et maïs grain	66%
Cultures industrielles	25%
Cultures fourragères	9%

### Facteur pratiques agricoles

	Moyenne de Fréquence de restitution des pailles de céréales dans la rotation	Moyenne de Fréquence d'implantation de cultures intermédiaires dans la rotation	Moyenne de Fréquence d'apport de PRO sur la rotation
Moyenne zone "céréalière"	49,4%	25,6%	12,6%
Moyenne globale du territoire	46,9%	27,8%	12,4%

### facteurs stockants

- part du Colza et des céréales dans la rotation
- Surfaces de sols calcaires importants
- Restitution des pailles importante

### facteurs limitants

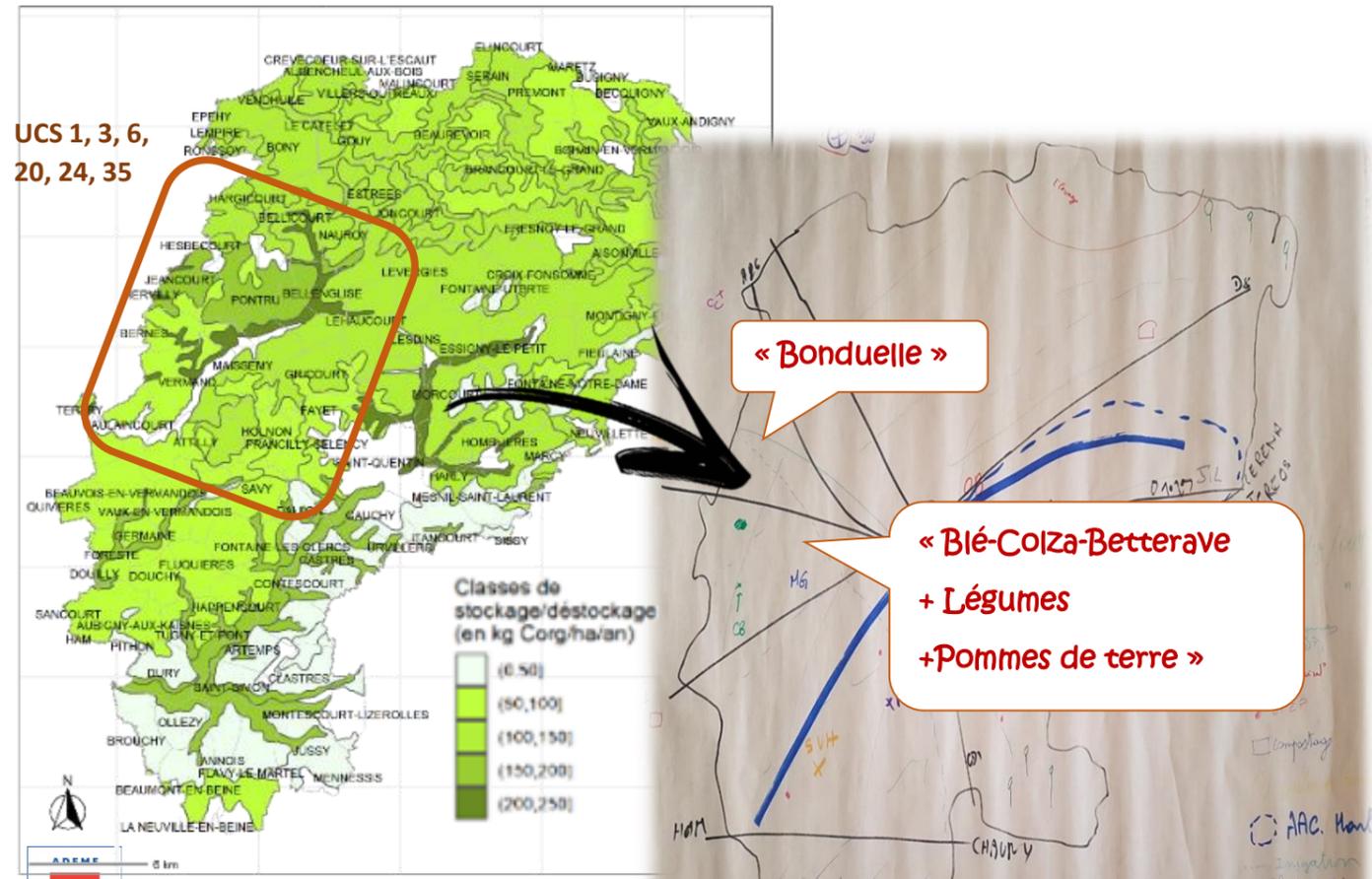
- Surfaces de limons moyens importants

# Les « terres de légumes et pommes de terre »

**Plateaux versants à pente faible, à dominante limoneuse**  
 Terres principalement constituées de limons moyens profonds (minéralisation de carbone élevée)  
 Présence plus importante des légumes et pommes de terres sur ce territoire qui apportent peu de carbone humifié au sol  
 Fréquence d'implantation de cultures intermédiaires plus importante que la moyenne, en particulier pour l'UCS 35

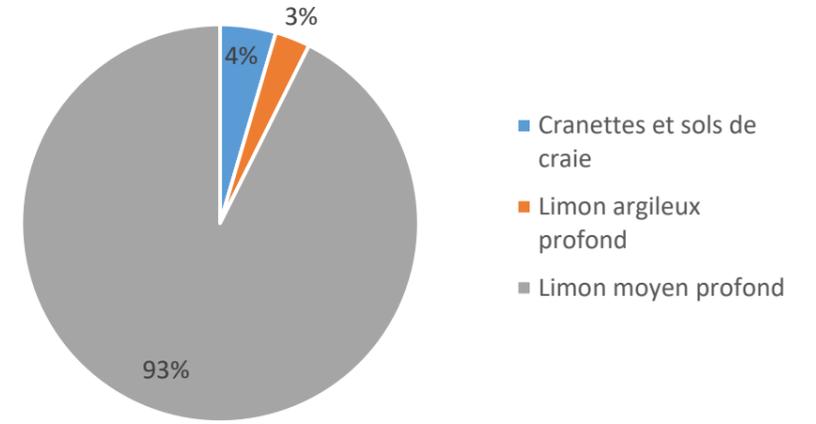
**Plateaux versants à pente faible, à dominante limoneuse**  
 Terres principalement constituées de limons moyens profonds (minéralisation de carbone élevée)  
 Présence plus importante des légumes et pommes de terres sur ce territoire qui apportent peu de carbone humifié au sol  
 Fréquence d'implantation de cultures intermédiaires plus importante que la moyenne, en particulier pour l'UCS 35

Variations des stocks de carbone organique des sols (0-30 cm) à 30 ans (kg Corg/ha/an) (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial

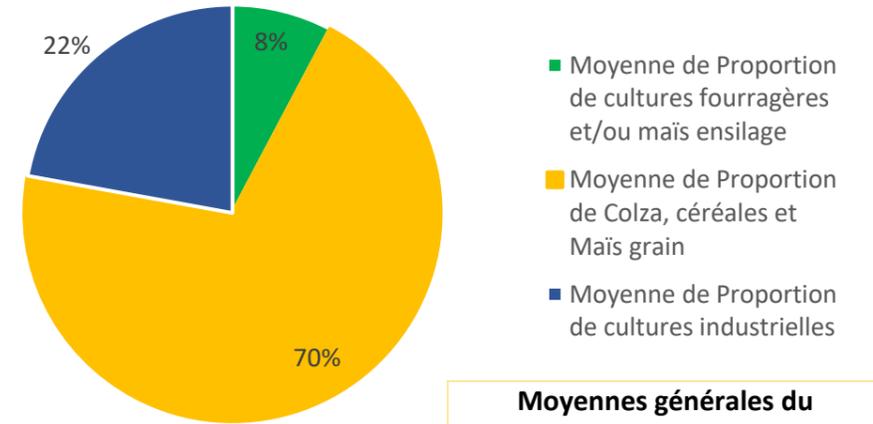


Carte participative élaborée par le groupe de travail

**Facteur Sol**



**Facteur Système de culture**



Moyennes générales du territoire total	
Colza, céréales et maïs grain	66%
Cultures industrielles	25%
Cultures fourragères	9%

**Facteur pratiques agricoles**

	Moyenne de Fréquence de restitution des pailles de céréales dans la rotation	Moyenne de Fréquence d'implantation de cultures intermédiaires dans la rotation	Moyenne de Fréquence d'apport de PRO sur la rotation
Moyenne zone "légumes et PdT"	44,5%	29,0%	11,8%
Moyenne globale du territoire	46,9%	27,8%	12,4%

facteurs stockants

La fréquence plus importante d'implantation de Cultures intermédiaires

facteurs limitants

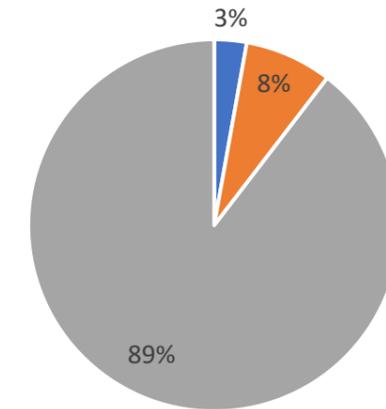
Surfaces de limons moyens importants  
 Part des légumes et pommes de terre

# La frontière du Chaunois

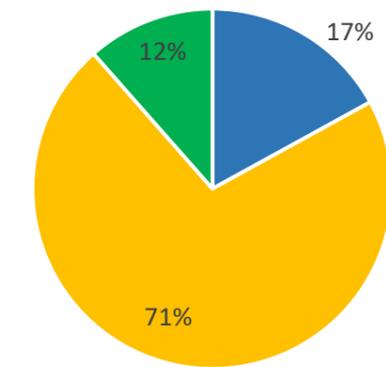
**Plateaux et versants à pente faible, à dominante limoneuse**  
 Terres principalement constituées de limons moyens profonds (minéralisation du carbone élevée)  
 Part plus élevée des cultures fourragères et de protéagineux dans les rotations du territoire  
 Le stockage plus faible de carbone d'explique aussi par un apport plus faible de PRO et une restitution légèrement moins fréquente des pailles que sur le reste du territoire.

**Plateaux et versants à pente faible, à dominante limoneuse**  
 Terres principalement constituées de limons moyens profonds (minéralisation du carbone élevée)  
 Part plus élevée des cultures fourragères et de protéagineux dans les rotations du territoire  
 Le stockage plus faible de carbone d'explique aussi par un apport plus faible de PRO et une restitution légèrement moins fréquente des pailles que sur le reste du territoire.

**Facteur Sol**



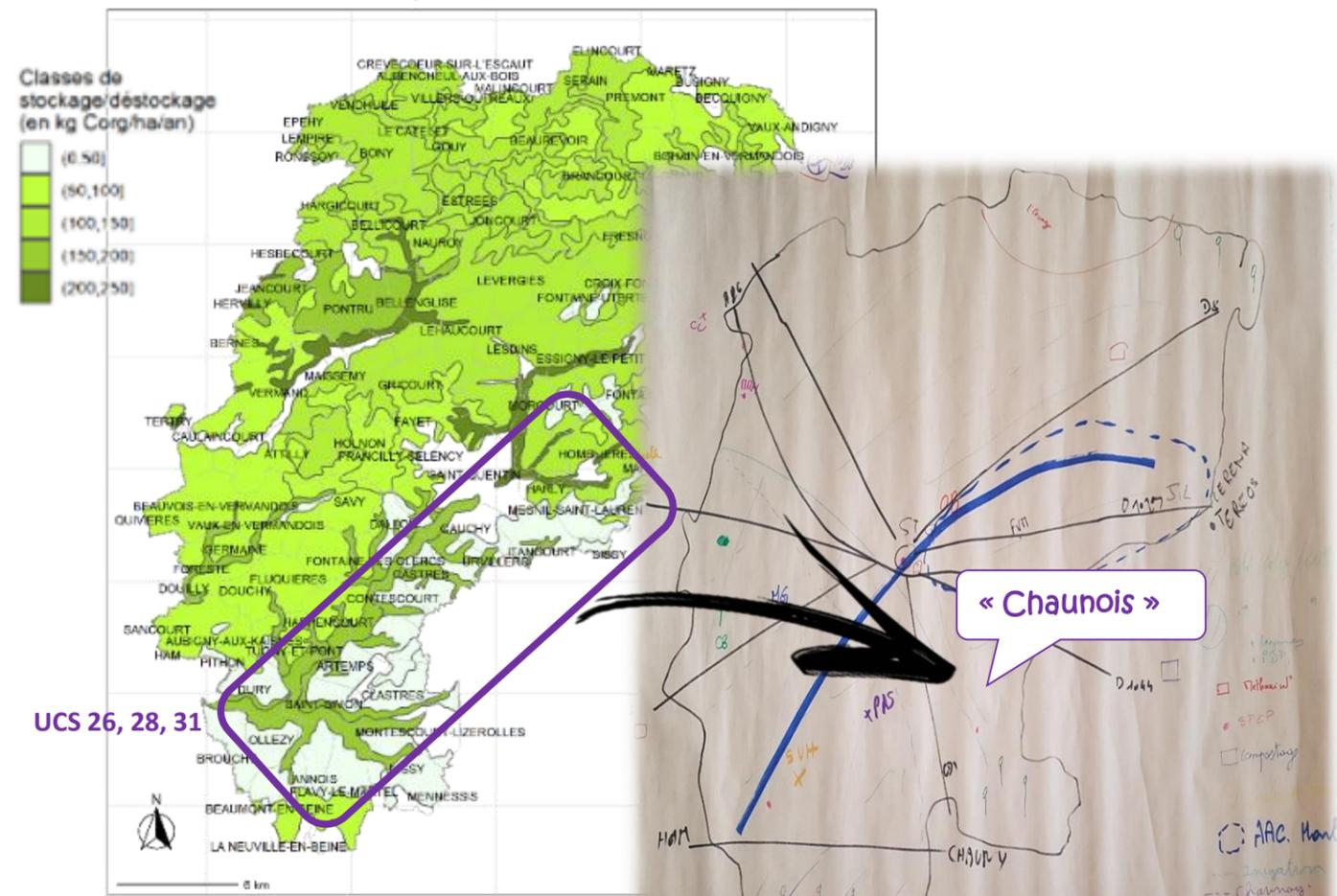
**Facteur Système de culture**



- Cranettes et sols de craie
- Limon argileux profond
- Limon moyen profond
- Moyenne de Proportion de cultures industrielles
- Moyenne de Proportion de Colza, céréales et Maïs grain
- Moyenne de Proportion de cultures fourragères et/ou maïs ensilage

Moyennes générales du territoire total	
Colza, céréales et maïs grain	66%
Cultures industrielles	25%
Cultures fourragères	9%

Variations des stocks de carbone organique des sols (0-30 cm) à 30 ans (kg Corg/ha/an) pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial



**Facteur pratiques agricoles**

	Moyenne de Fréquence de restitution des pailles de céréales dans la rotation	Moyenne de Fréquence d'implantation de cultures intermédiaires dans la rotation	Moyenne de Fréquence d'apport de PRO sur la rotation
Moyenne zone "Chaunois"	42,7%	25,6%	6,4%
Moyenne globale du territoire	46,9%	27,8%	12,4%

**facteurs stockants**

- part importante de céréales

**facteurs limitants**

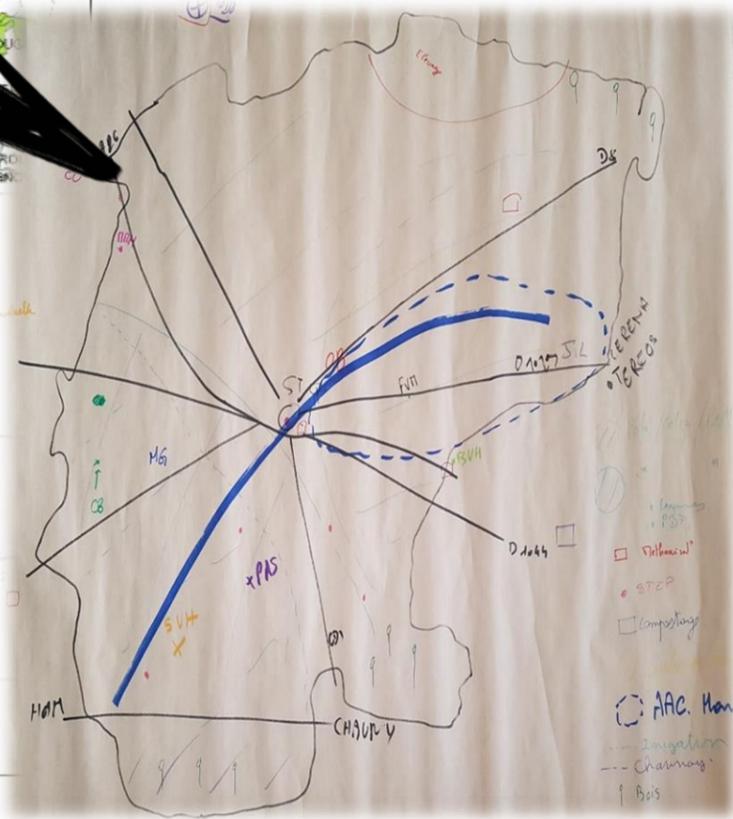
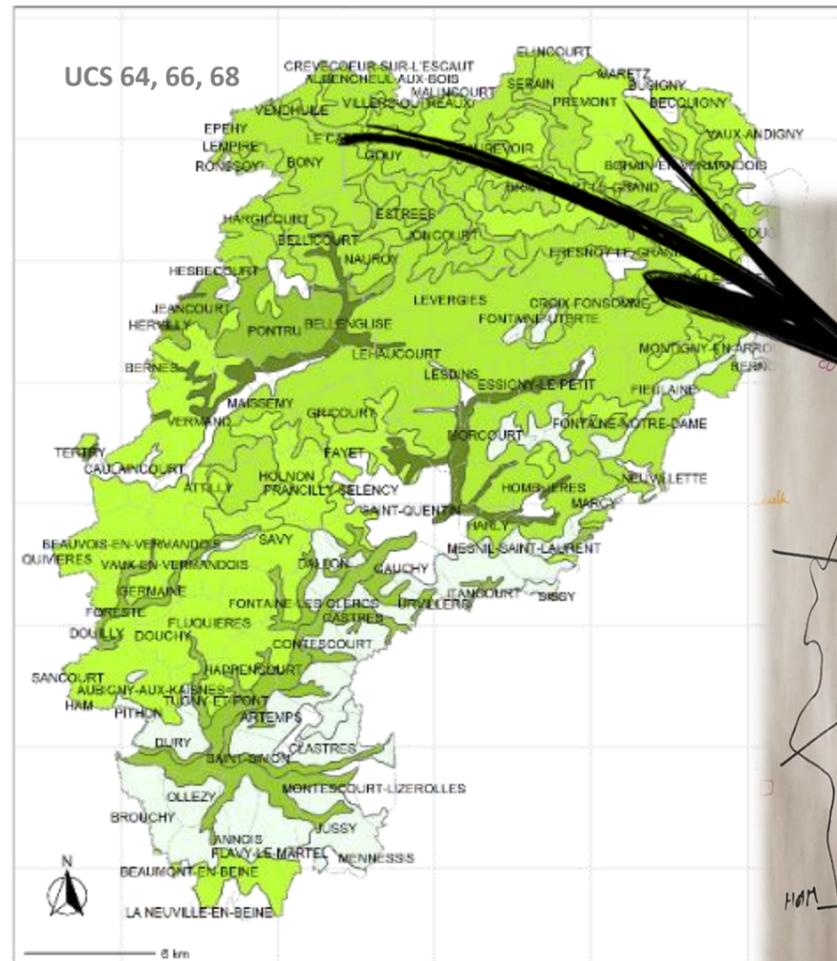
- Surfaces de limons moyens importants
- Part des fourrages et de protéagineux
- Peu d'apport de PRO
- Fréquence de restitution des pailles plus faible

# Les plateaux du Cambresis

**Plateaux vallonnés et versants limoneux et crayeux du Cambresis**  
 Terres à dominantes de limons argileux  
 Zone de production du Lin sur le territoire  
 Productions principalement céréalières

**Plateaux vallonnés et versants limoneux et crayeux du Cambresis**  
 Terres à dominantes de limons argileux  
 Zone de production du Lin sur le territoire  
 Productions principalement céréalières

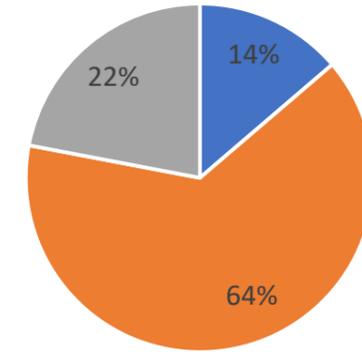
Variations des stocks de carbone organique des sols (0-30 cm) à 30 ans (kg Corg/ha/an) (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial



ABC'Terre

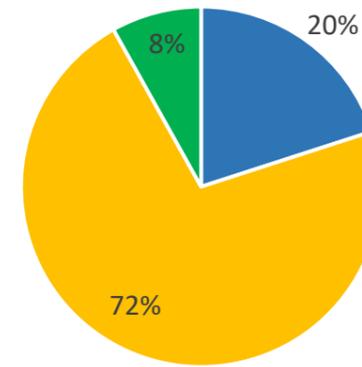
Carte participative élaborée par le groupe de travail

**Facteur Sol**



- Cranettes et sols de craie
- Limon argileux profond
- Limon moyen profond

**Facteur Système de culture**



- Moyenne de Proportion de cultures industrielles
- Moyenne de Proportion de Colza, céréales et Maïs grain
- Moyenne de Proportion de cultures fourragères et/ou maïs ensilage

Moyennes générales du territoire total	
Colza, céréales et maïs grain	66%
Cultures industrielles	25%
Cultures fourragères	9%

**Facteur pratiques agricoles**

	Moyenne de Fréquence de restitution des pailles de céréales dans la rotation	Moyenne de Fréquence d'implantation de cultures intermédiaires dans la rotation	Moyenne de Fréquence d'apport de PRO sur la rotation
Moyenne zone "Cambresis"	47,9%	26,0%	13,6%
Moyenne globale du territoire	46,9%	27,8%	12,4%

**facteurs stockants**

- part importante de céréales
- sol argileux

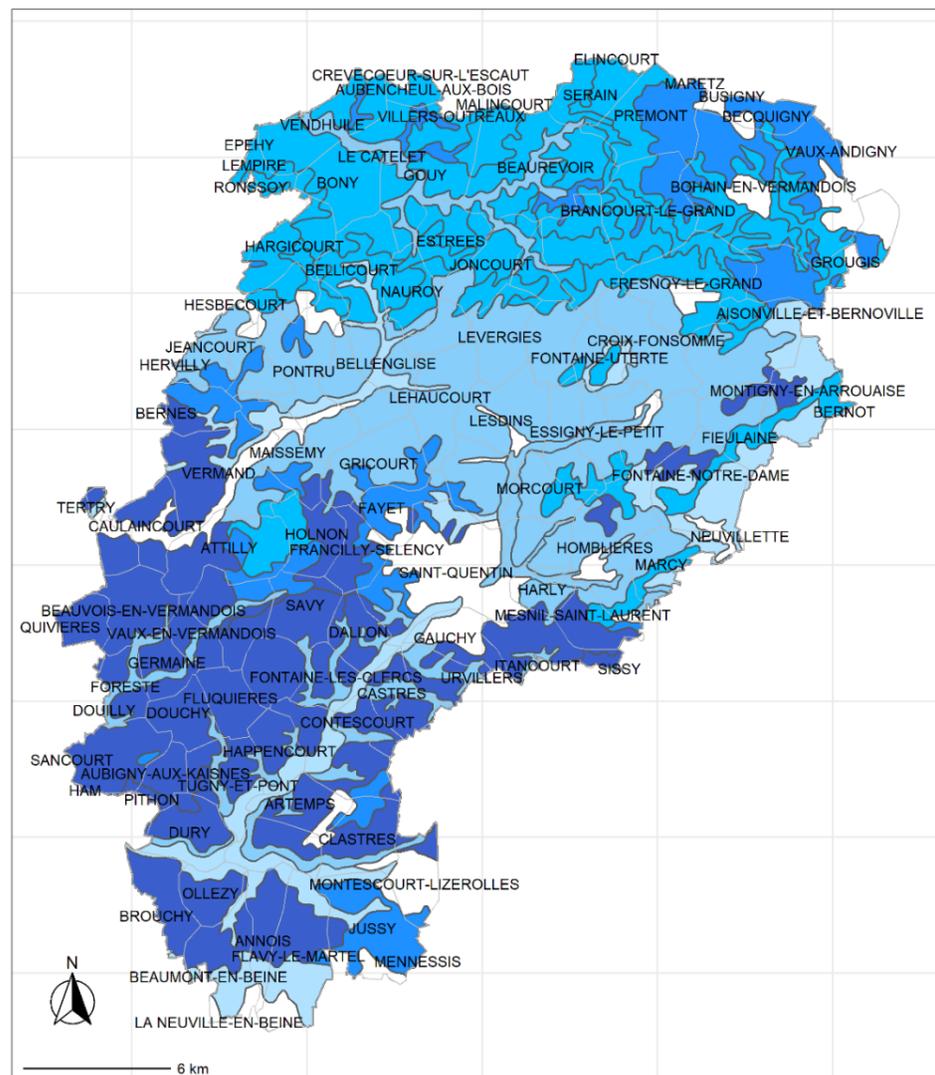
**facteurs limitants**

- une implantation des cultures intermédiaires moins fréquente

Annexe 3 : Comparaison des cartographies représentant les émissions de GES nettes des scénarios alternatifs par rapport au scénario initial

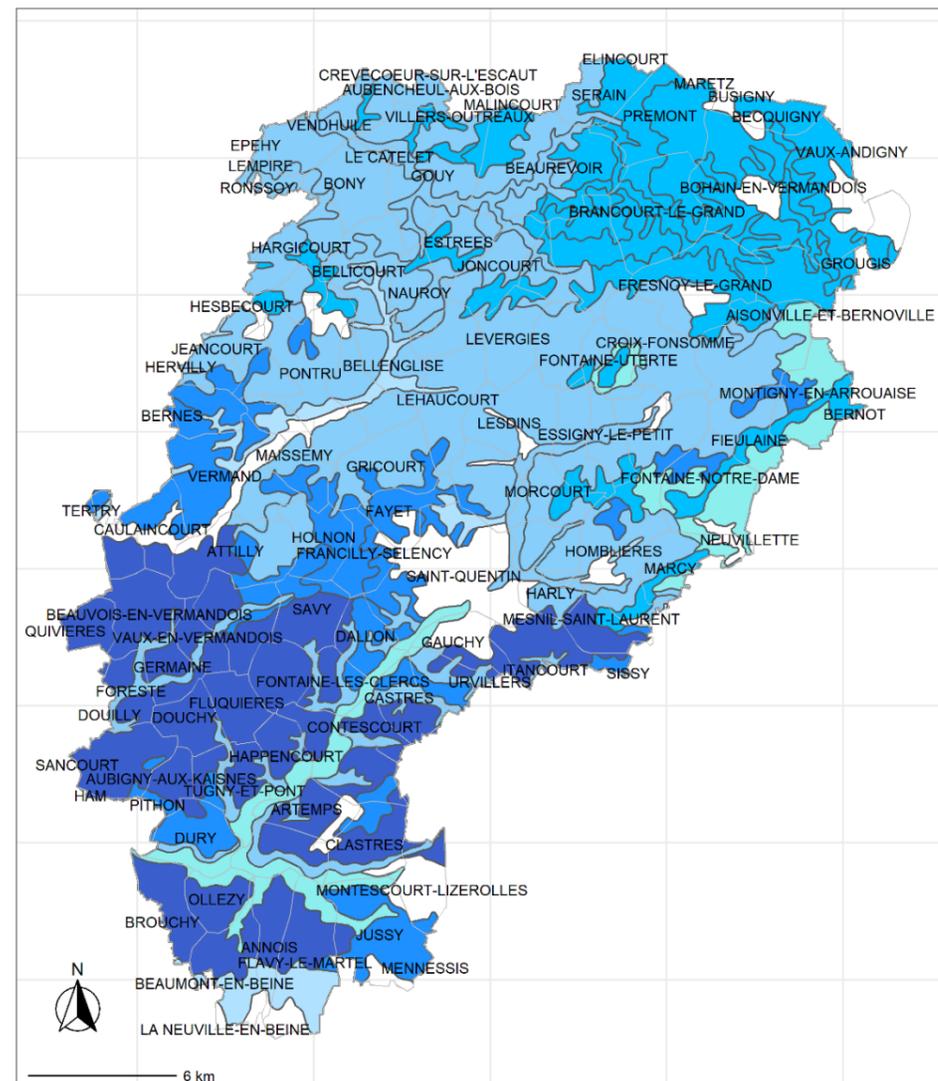
Carte des émissions de GES nettes du scénario initial vs scénario optimisation des cultures intermédiaires avec destruction précoce

**Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites)  
dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an)  
(pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture)  
du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial**



ABC'Terre

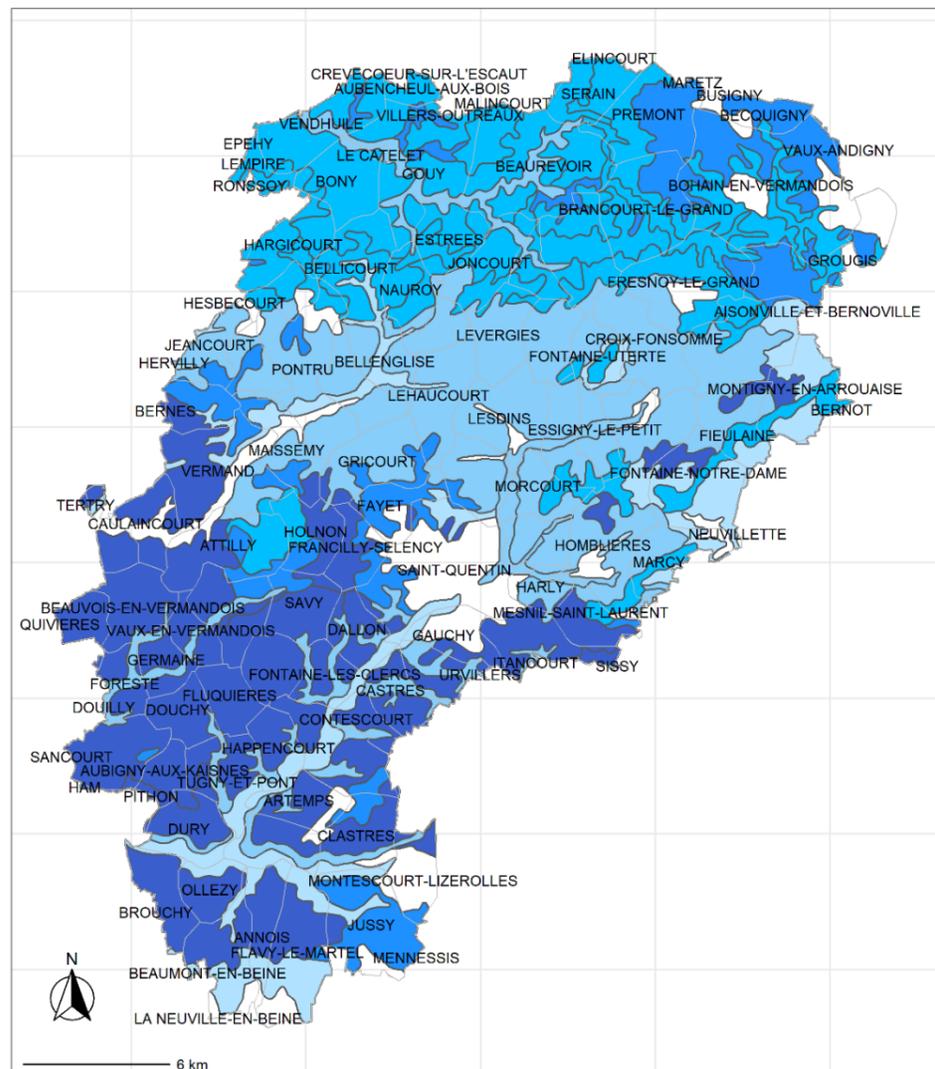
**Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites)  
dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an)  
(pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture)  
du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario CI (destruction précoce)**



ABC'Terre

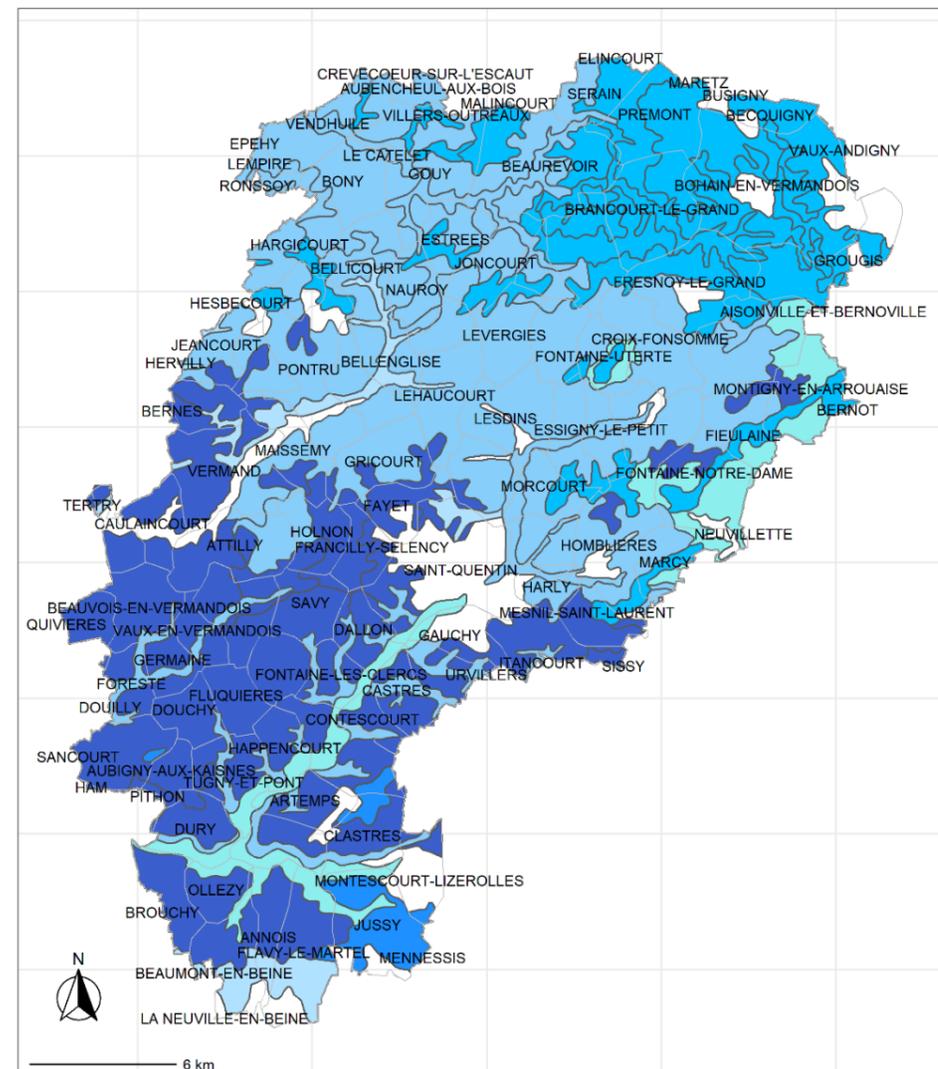
Carte des émissions de GES nettes du scénario initial vs scénario optimisation des cultures intermédiaires avec destruction tardive

**Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an) (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial**



ABC'Terre

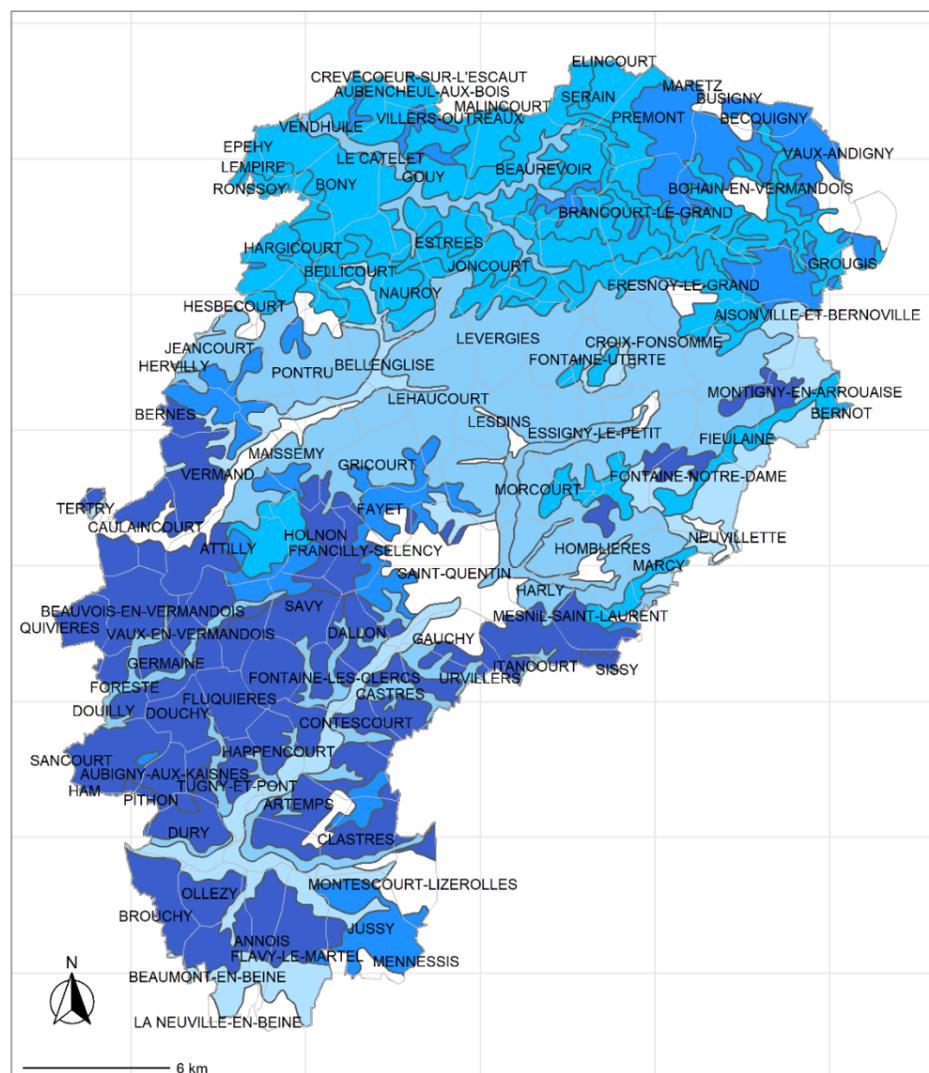
**Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an) (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario CI (destruction tardive)**



ABC'Terre

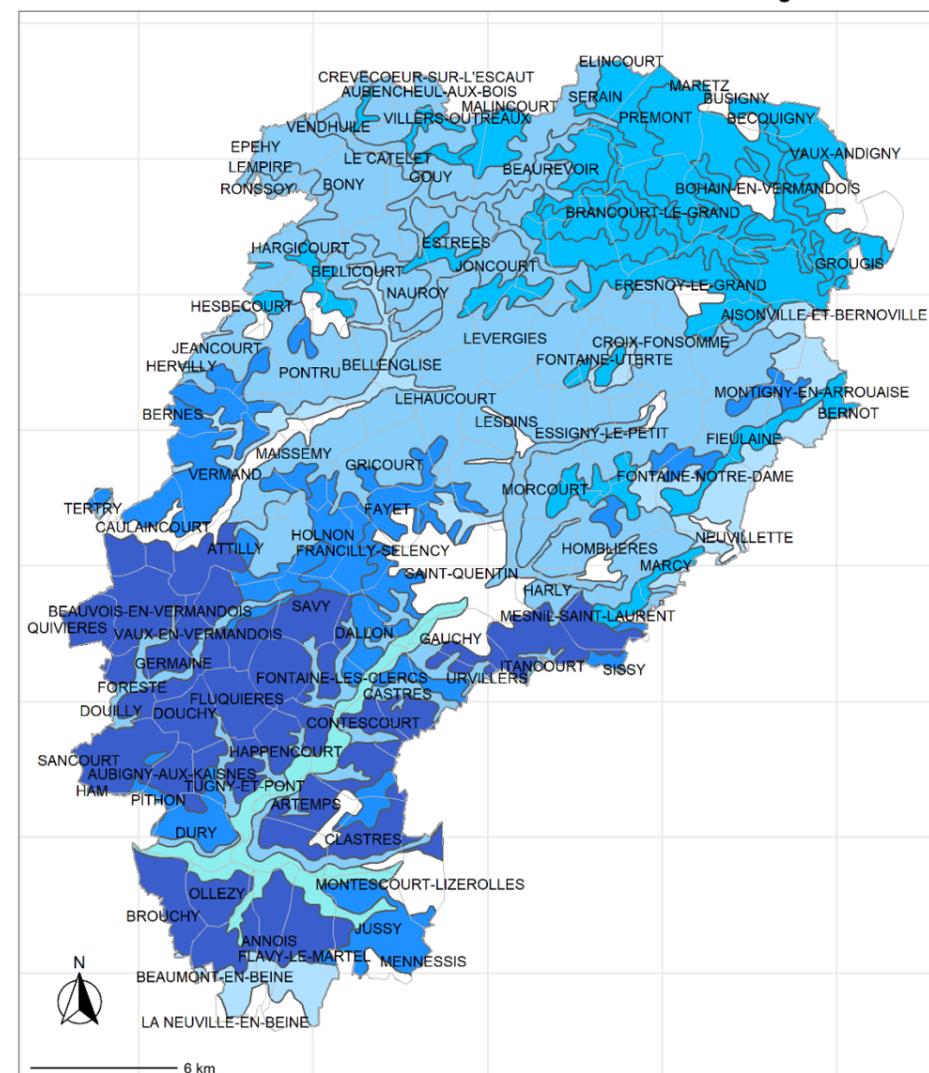
Carte des émissions de GES nettes du scénario initial vs optimisation des cultures intermédiaires avec introduction de Seigle-Vesce

Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an) (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial



ABC'Terre

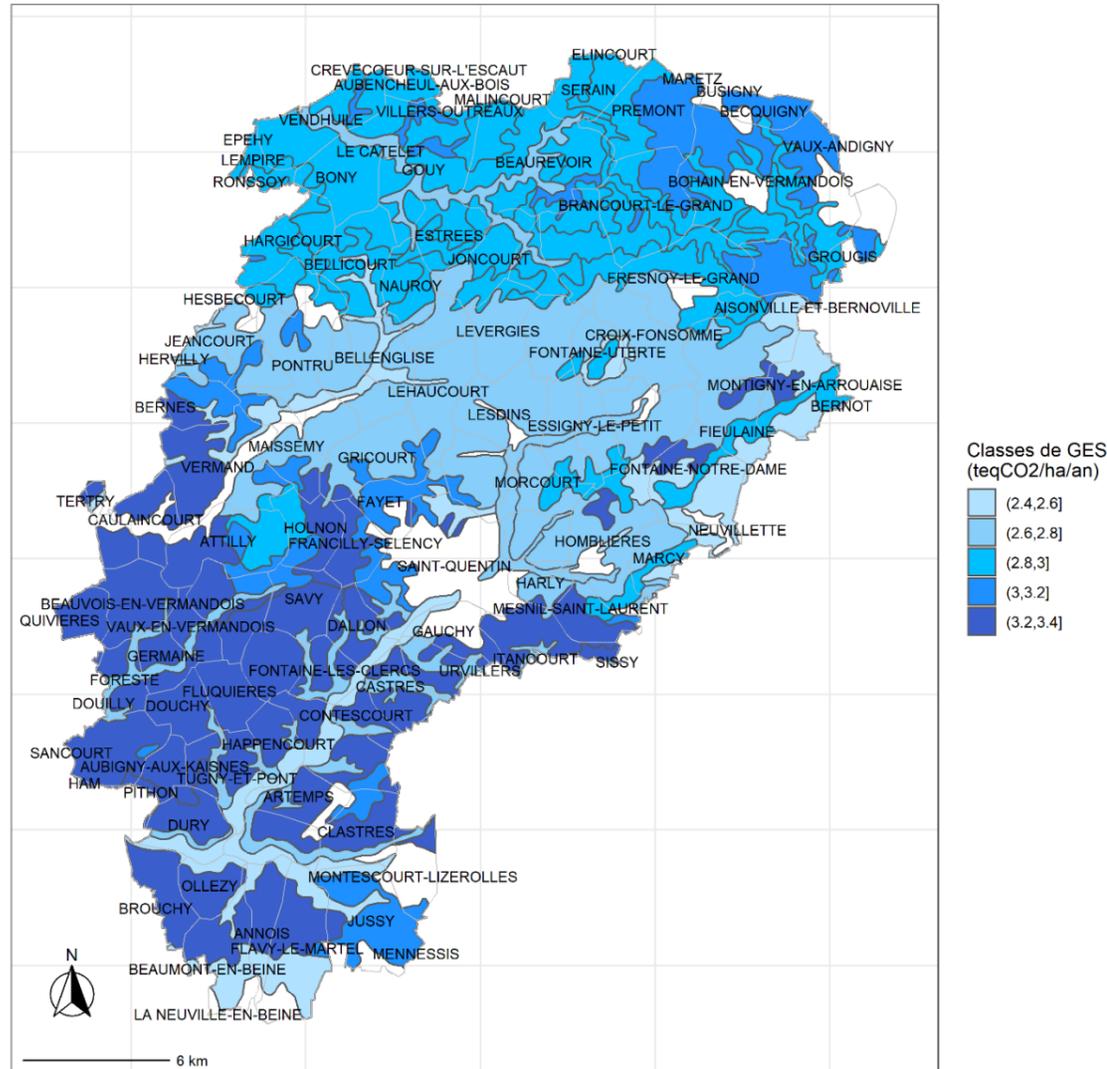
Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an) (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario CI Seigle-vesce



ABC'Terre

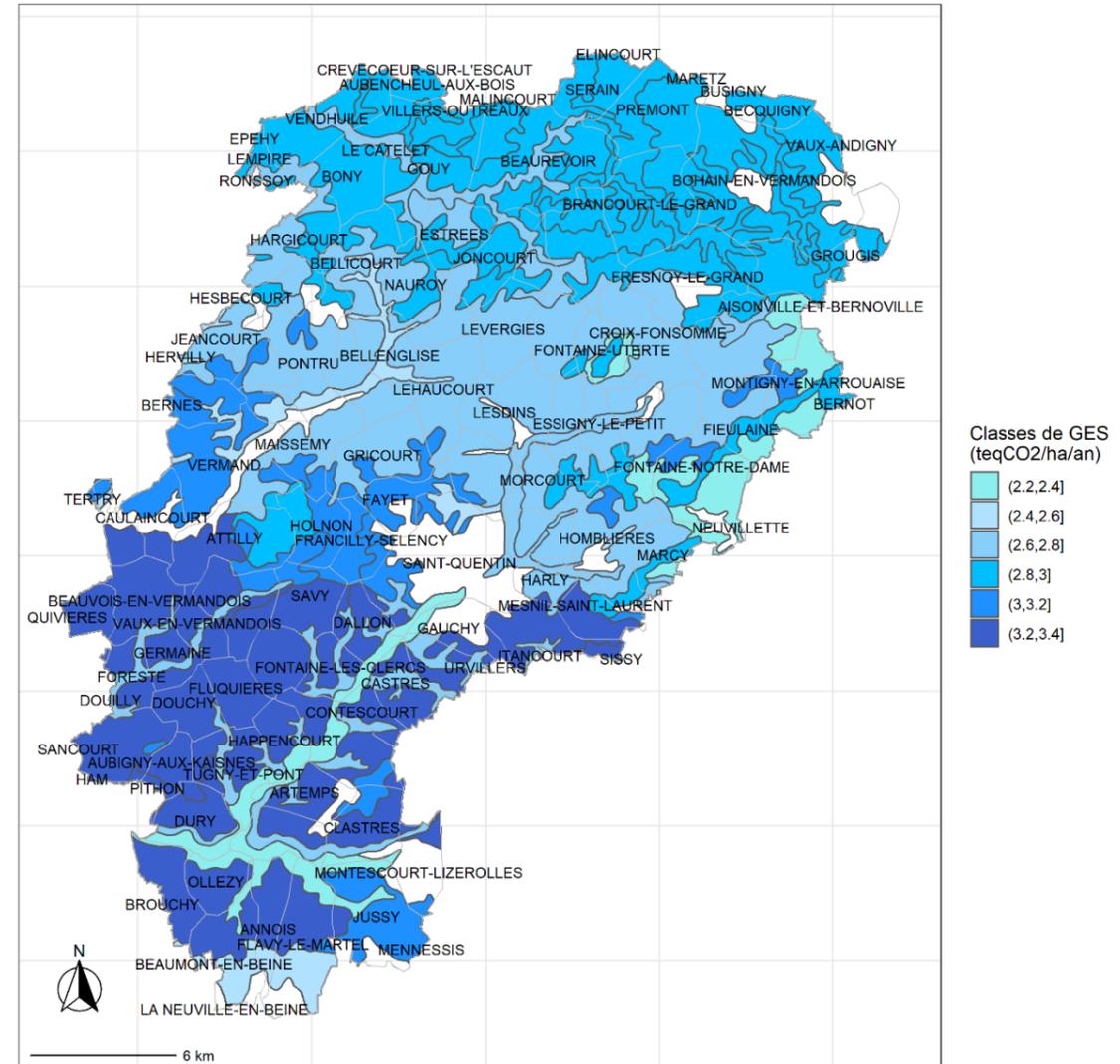
Carte des émissions de GES nettes du scénario initial vs optimisation des cultures intermédiaires avec introduction de phacélie

Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO2/ha/an) (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial



ABC'Terre

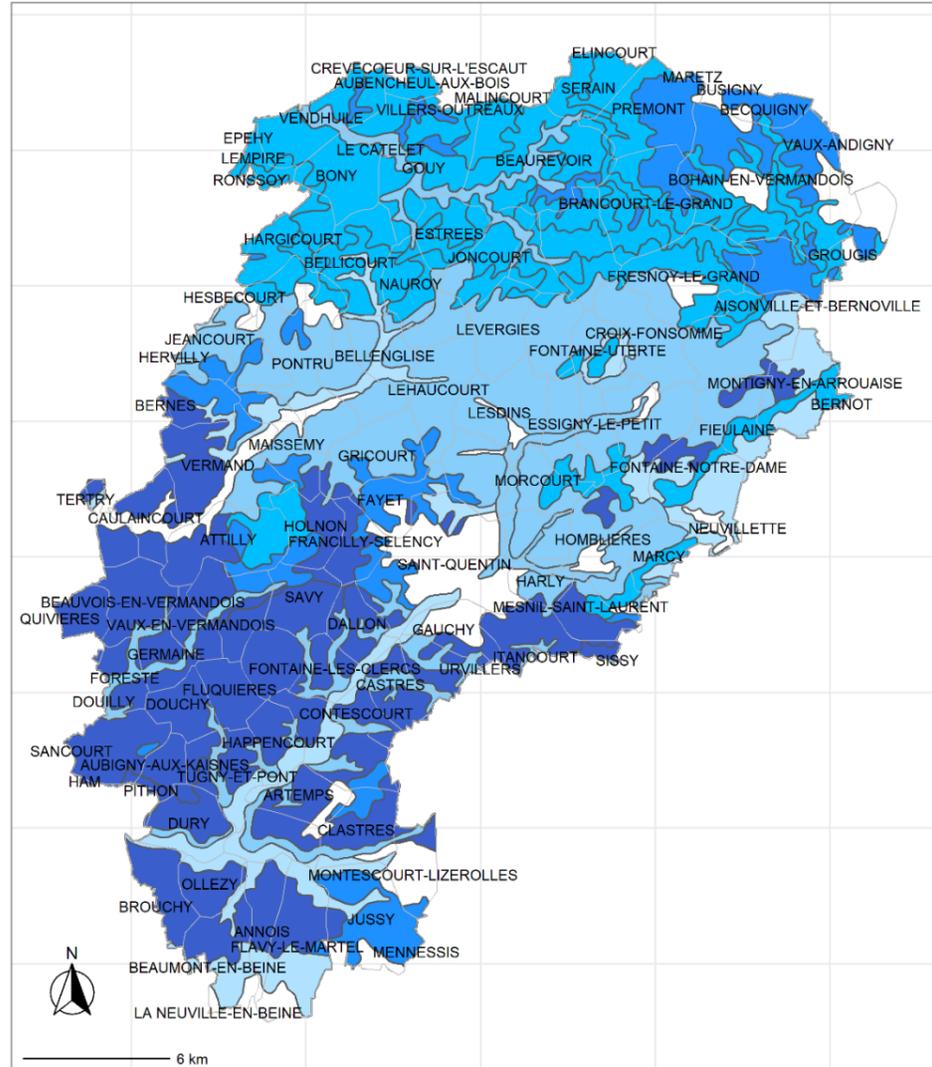
Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO2/ha/an) (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario CI Phacélie



ABC'Terre

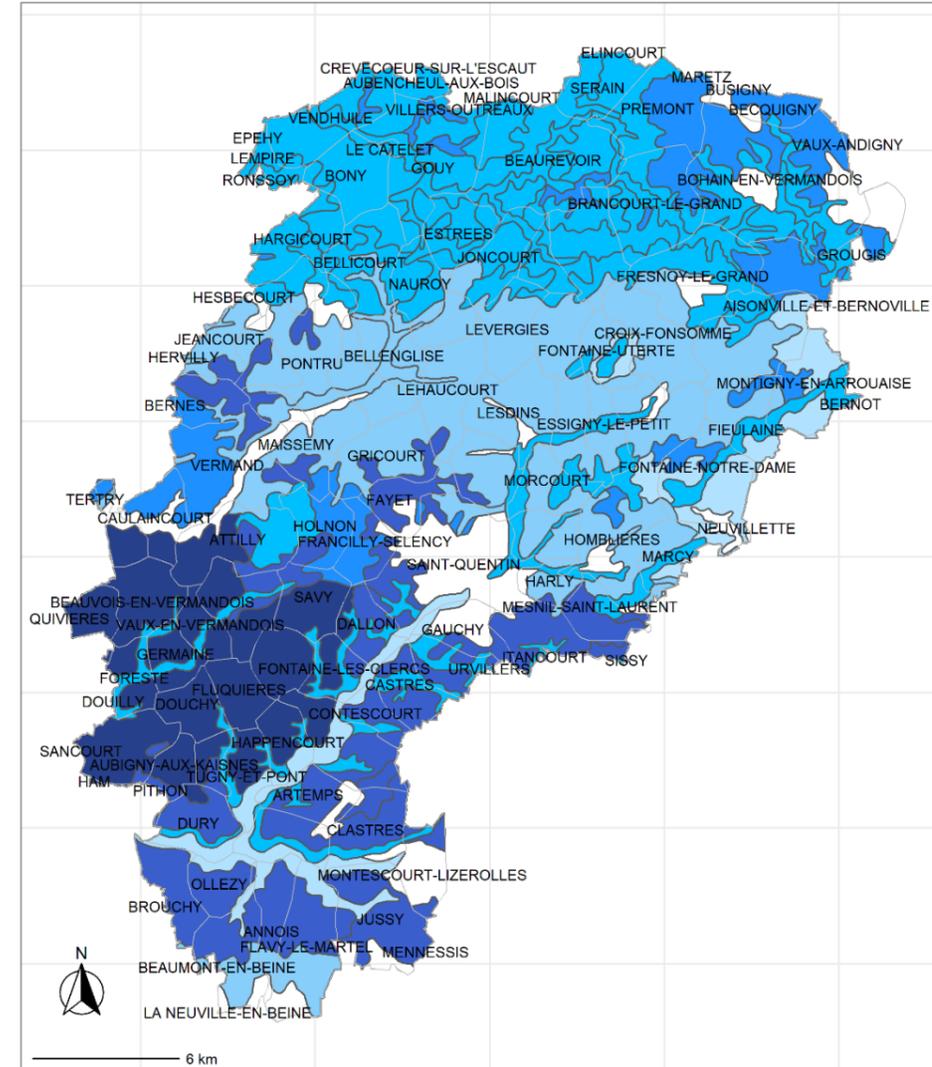
Carte des émissions de GES nettes du scénario initial vs généralisation de l'export de paille à 1 sur 3 (hors éleveurs)

**Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an)**  
(pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial



ABC'Terre

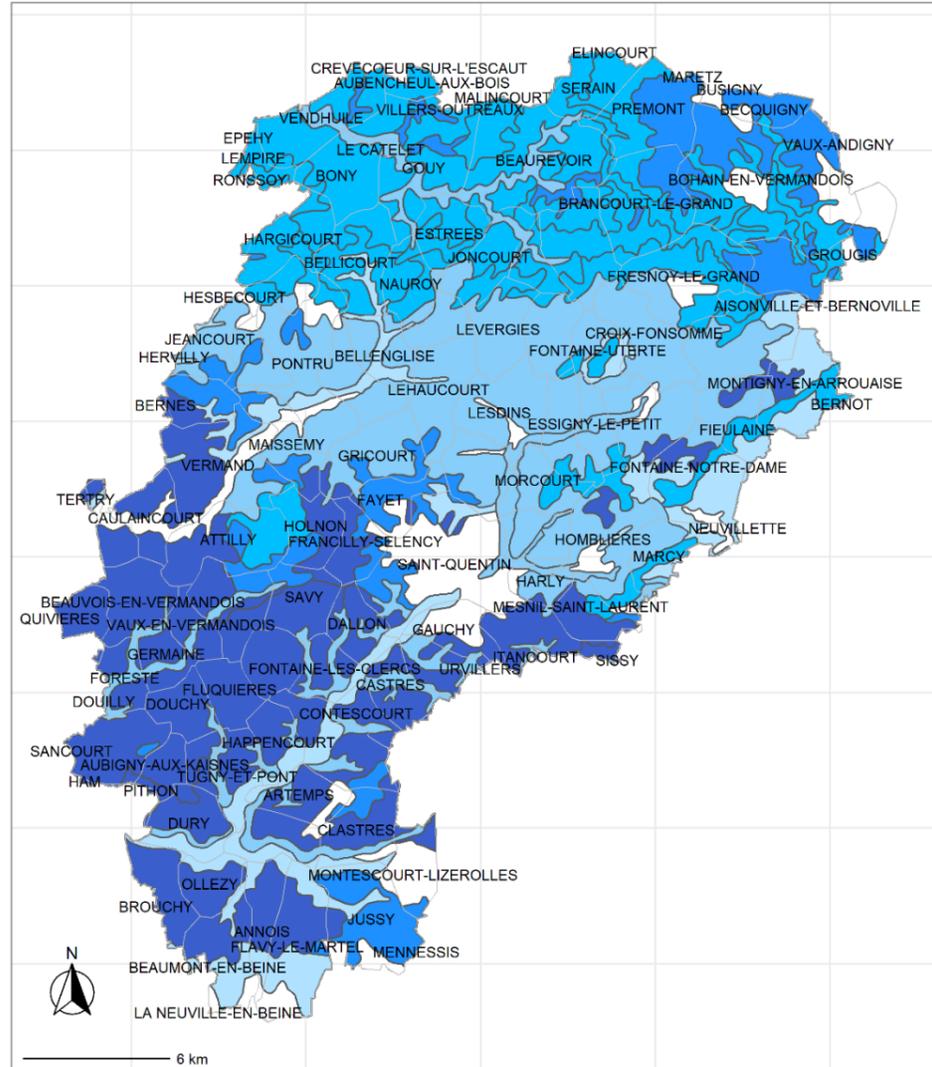
**Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an)**  
(pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario Export paille



ABC'Terre

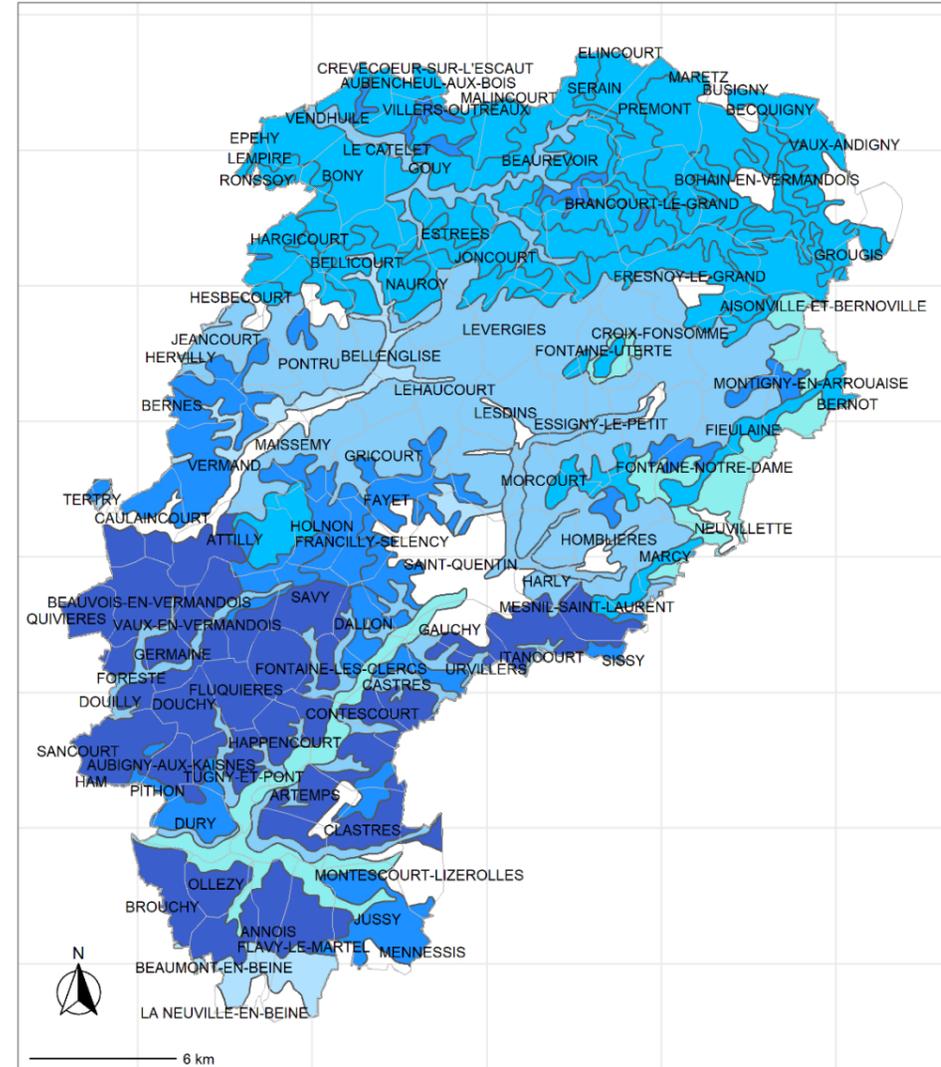
Carte des émissions de GES nettes du scénario initial vs développement des surfaces en légumineuses

**Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an)**  
 (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial



ABC'Terre

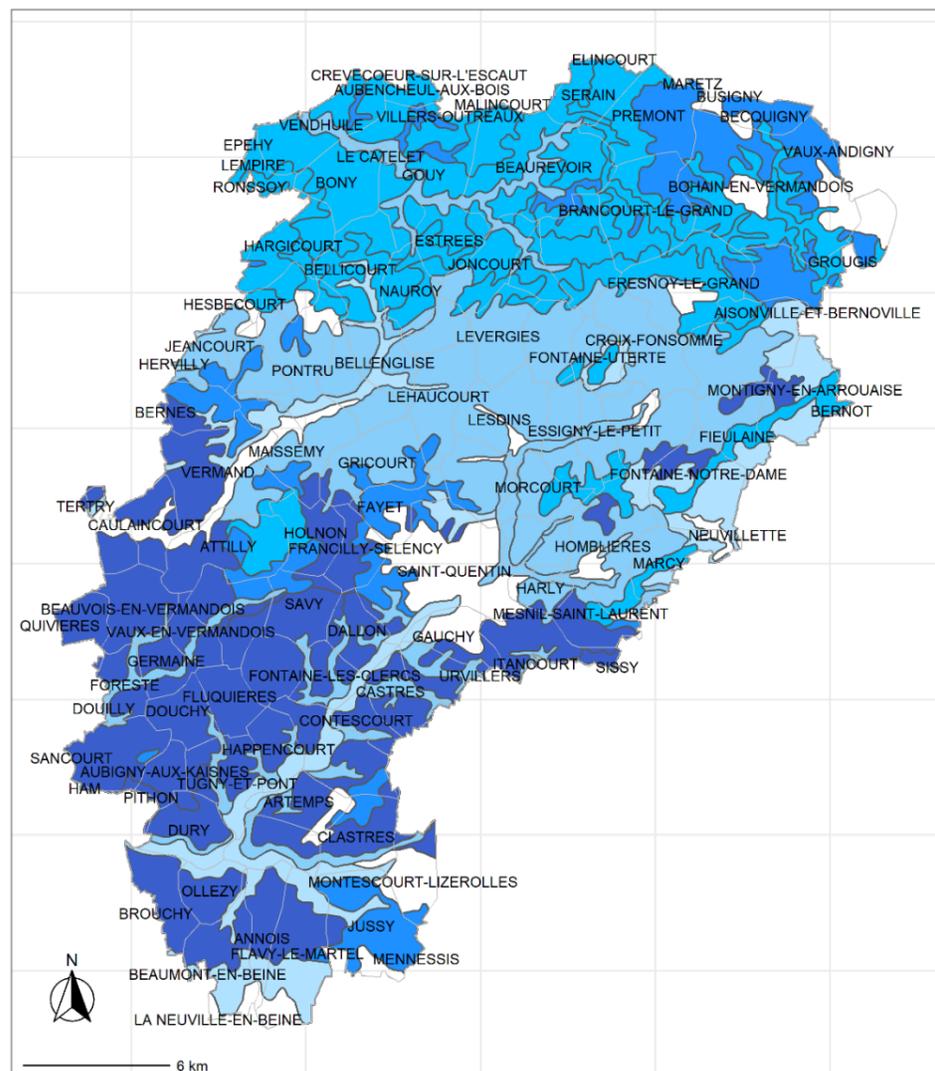
**Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an)**  
 (pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario Implantation légumineuses



ABC'Terre

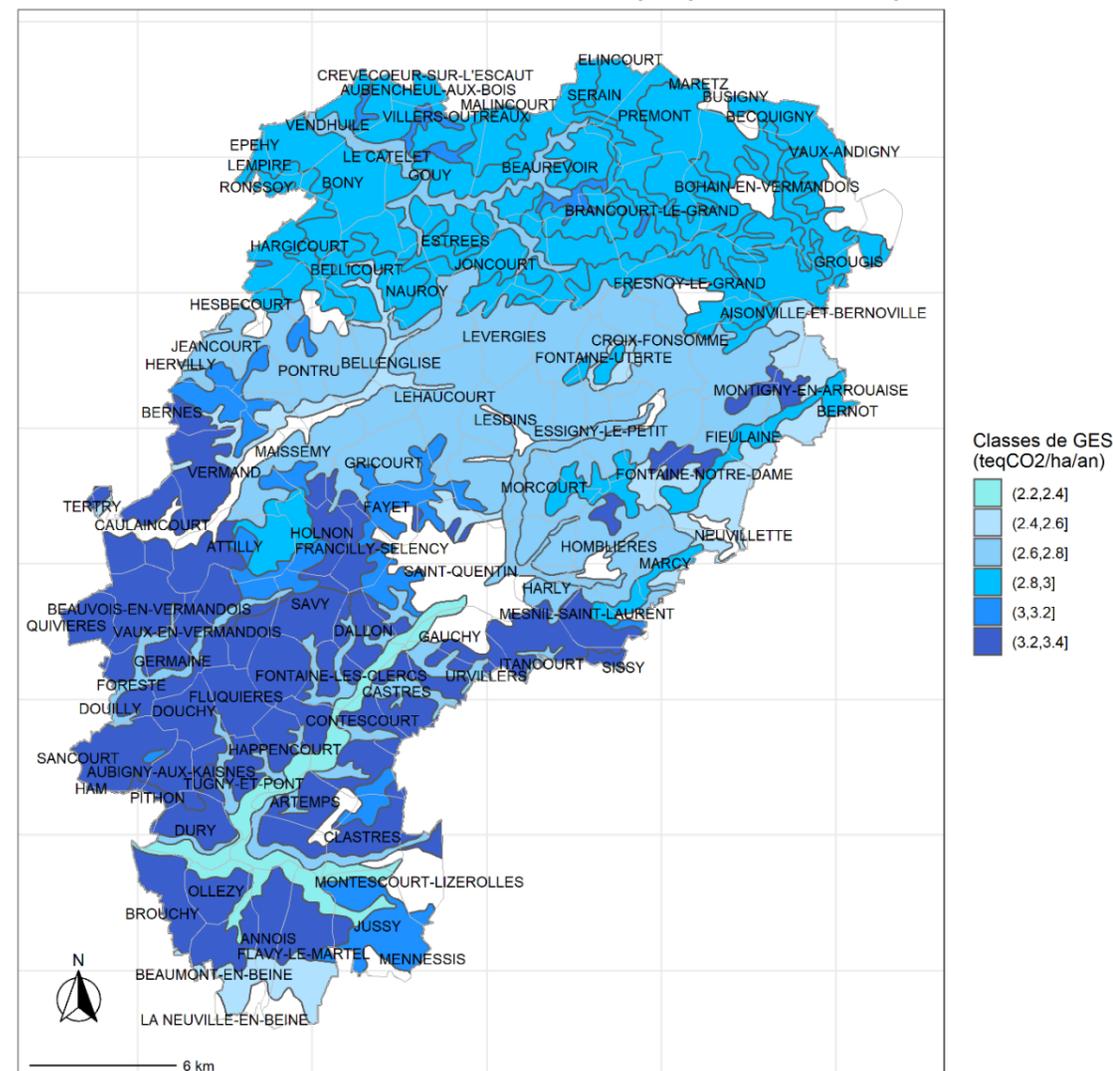
Carte des émissions de GES nettes du scénario initial vs Scénario cumulatif export de paille et optimisation des cultures intermédiaires

**Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an)**  
(pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario initial



ABC'Terre

**Emissions de GES nettes (brutes + compensées ou induites) dans les systèmes de cultures (teq CO<sub>2</sub>/ha/an)**  
(pondérées dans chaque UCS à la surface représentée par chaque système de culture) du territoire du Saint-Quentinois - Vermandois - scénario Export paille et couverts optimisés



ABC'Terre

## Annexe 4 : Tableau d'aide à la décision export de pailles (déclinaison de l'étude cartopaille, données datant d'avant la dernière mise à jour de l'outil ABC'Terre)

(Adaptation de l'étude : Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008  
FRCA Picardie – AGRO-TRANSFERT – ARVALIS – INRA – LDAR – Chambres d'agriculture de Picardie)

			Pas d'amendements					
Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008			Moyenne de la teneur initiale de carbone	Min de variation de carbone sur 30 ans	Variation moyenne de carbone sur 30 ans	Max de variation de carbone sur 30 ans		ABC'Terre-2A
	0-25%	cartopaille						
1	0-25%		13	34	222	381	10	pas d'exportation
	25-45%		14	-228	87	339	46	pas d'exportation
	45-60%		14	-178	76	359	423	pas d'exportation
	60-70%	4E						1 paille/3
	70-85%	5E	14	-165	61	301	1093	1 paille/2
	85-100%	6E	14	-179	44	320	574	toutes les pailles
2	0-25%		11	16	87	233	2	pas d'exportation
	25-45%	2	11	-56	72	256	31	pas d'exportation
	45-60%	3C	11	-237	8	180	375	pas d'exportation
	60-70%	4C						1 paille/3
	70-85%	5C	11	-216	45	208	1160	1 paille/3
	85-100%	6C	11	-258	22	198	604	1 paille/2
3	0-25%	1	11	-32	81	204	11	pas d'exportation
	25-45%	2	11	-117	36	175	223	pas d'exportation
	45-60%	3B	11	-227	-28	181	2242	pas d'exportation
	60-70%	4B						pas d'exportation
	70-85%	5B	11	-219	-24	145	2328	1 paille/3
	85-100%	6B	11	-280	-39	145	2024	1 paille/3



**Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008**  
 FRCA Picardie – AGRO-TRANSFERT – ARVALIS – INRA – LDAR – Chambres d'agriculture de Picardie

Cas-type	% céréales et Colza	Equivalent cas type cartopaille	Pas d'amendements				Surfaces	Préconisation cartopaille
			Moyenne de la teneur initiale de carbone	Min de variation de stock de carbone sur 30 ans	Variation moyenne du stock de carbone sur 30 ans	Max de variation du stock de carbone sur 30 ans		
4	0-25%		14	104	241	442	33	
	25-45%		14	7	191	433	23	
	45-60%		14	-262	97	454	95	
	60-70%	4E						1 paille/3
	70-85%	5E	14	-190	77	372	302	1 paille/2
	85-100%	6E	14	-214	68	442	716	toutes les pailles
5	0-25%		11	89	216	347	59	
	25-45%	2	11	-43	158	279	16	pas d'exportation
	45-60%	3C	11	-139	93	306	109	pas d'exportation
	60-70%	4C						1 paille/3
	70-85%	5C	11	-191	59	257	207	1 paille/3
	85-100%	6C	11	-258	77	266	497	1 paille/2
6	0-25%	1	11	-40	161	293	114	pas d'exportation
	25-45%	2	11	-78	94	262	58	pas d'exportation
	45-60%	3B	11	-283	15	223	466	pas d'exportation
	60-70%	4B						pas d'exportation
	70-85%	5B	11	-229	-12	184	1045	1 paille/3
	85-100%	6B	11	-262	3	246	2386	1 paille/3



Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008  
 Pas d'amendements

FRCA Picardie – AGRO-TRANSFERT – ARVALIS – INRA – LDAR – Chambres d'agriculture de Picardie

Cas-type	% céréales et Colza	Equivalent cas type cartopaille	Moyenne de la teneur initiale de carbone	Min de variation de stock de carbone sur 30 ans	Variation moyenne du stock de carbone sur 30 ans	Max de variation du stock de carbone sur 30 ans	Surfaces	Préconisation cartopaille	
7	0-25%		1	-413	26	50	159		
	25-45%		15	-293	-124	7	2		
	45-60%		14	-307	-224	-70	4		
	60-70%	4E						1 paille/3	
	70-85%	5E		14	51	51	1	1 paille/2	
	85-100%	6E		14	150	150	1	toutes les pailles	
	céréales + Maïs ensilage	7	14	-228	73	356	230	pas d'exportation	
8	0-25%		1	-449	22	50	259	pas d'exportation	
	25-45%	2	11	-335	-135	120	3	pas d'exportation	
	45-60%	3C	14	-351	-351	-351	0	pas d'exportation	
	60-70%	4C						1 paille/3	
	70-85%	5C		11	-66	-43	-20	0	1 paille/3
	85-100%	6C		11	-76	-55	-33	1	1 paille/2
	céréales + Maïs ensilage	7	11	-235	35	211	212	pas d'exportation	
9	0-25%	1	1	-478	27	50	494	pas d'exportation	
	25-45%	2	12	-426	-279	-39	7	pas d'exportation	
	45-60%	3B	14	-375	-344	-316	2	pas d'exportation	
	60-70%	4B						pas d'exportation	
	70-85%	5B		11	-151	-126	-101	0	1 paille/3
	85-100%	6B		11	-160	-136	-112	0	1 paille/3
	céréales + Maïs ensilage	7	11	-273	-5	214	735	pas d'exportation	



**Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008**  
 FRCA Picardie – AGRO-TRANSFERT – ARVALIS – INRA – LDAR – Chambres d'agriculture de Picardie **ABC'Terre-2A**

Cas-type	% céréales et Colza	Equivalent cas type cartopaille	Apports de PRO				Surfaces	Préconisation cartopaille	
			Moyenne de la teneur initiale de carbone	Min de variation de stock de carbone sur 30 ans	Variation moyenne du stock de carbone sur 30 ans	Max de variation du stock de carbone sur 30 ans			
1	0-25%		14	82	205	358	25	pas d'exportation	
	25-45%		13	-148	136	498	101	pas d'exportation	
	45-60%		14	-173	127	580	1195	pas d'exportation	
	60-70%	4E						1 paille/2	
	70-85%	5E		14	-131	166	620	2298	3 pailles/4
	85-100%	6E		14	-128	160	555	954	toutes les pailles
2	0-25%		11	141	177	228	1		
	25-45%	2	11	-74	138	279	85	pas d'exportation	
	45-60%	3C	11	-238	82	367	893	1 paille/4	
	60-70%	4C						1 paille/2	
	70-85%	5C		11	-189	132	408	1520	2 pailles/3
	85-100%	6C		11	-195	99	502	1257	3 pailles/4
3	0-25%	1	10	-116	77	194	156	pas d'exportation	
	25-45%	2	11	-305	46	349	548	pas d'exportation	
	45-60%	3B	11	-234	27	341	3465	pas d'exportation	
	60-70%	4B							
	70-85%	5B		11	-201	51	303	4393	2 pailles/3
	85-100%	6B		11	-229	33	257	3671	2 pailles/3



**Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008**  
 FRCA Picardie – AGRO-TRANSFERT – ARVALIS – INRA – LDAR – Chambres d’agriculture de Picardie

# ABC'Terre-2A

Cas-type	% céréales et Colza	Equivalent cas type cartopaille	Apports de PRO				Surfaces	Préconisation cartopaille	
			Moyenne de la teneur initiale de carbone	Min de variation de stock de carbone sur 30 ans	Variation moyenne du stock de carbone sur 30 ans	Max de variation du stock de carbone sur 30 ans			
4	0-25%								
	25-45%		13	357	357	357	1		
	45-60%		13	-85	190	831	15		
	60-70%	4E						1 pailles/2	
	70-85%	5E		14	-89	196	579	233	3 pailles/4
	85-100%	6E		14	-161	262	750	374	toutes les pailles
5	0-25%								
	25-45%	2						pas d'exportation	
	45-60%	3C	10	-88	-30	35	11	1 paille/4	
	60-70%	4C						1 paille/2	
	70-85%	5C		11	-69	164	391	231	2 pailles/3
	85-100%	6C		11	-79	198	515	209	3 pailles/4
6	0-25%	1						pas d'exportation	
	25-45%	2	10	128	245	335	8	pas d'exportation	
	45-60%	3B	11	-254	-40	470	231	pas d'exportation	
	60-70%	4B						1 paille/4	
	70-85%	5B		11	-157	98	315	723	2 pailles/3
	85-100%	6B		11	-198	119	452	663	2 pailles/3



**Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008**  
 Apports de PRO

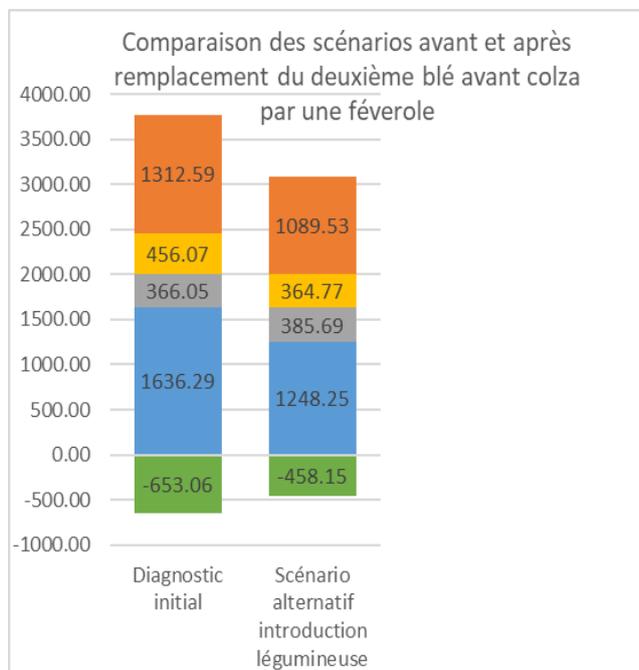
FRCA Picardie – AGRO-TRANSFERT – ARVALIS – INRA – LDAR – Chambres d'agriculture de Picardie

## ABC'Terre-2A

Cas-type	% céréales et Colza	Equivalent cas type cartopaille	Moyenne de la teneur initiale de carbone	Min de variation de stock de carbone sur 30 ans	Variation moyenne du stock de carbone sur 30 ans	Max de variation du stock de carbone sur 30 ans	Surfaces	Préconisation cartopaille
7	0-25%							
	25-45%							
	45-60%							
	60-70%	4E						1 paille/2
	70-85%	5E	16	-145	-145	-145	0	1 paille/2
	85-100%	6E	16	51	51	51	0	toutes les pailles
	céréales + Maïs ensilage	7	14	5	105	244	3	+25%d'exportation supplémentaires pour la vente
8	0-25%							
	25-45%	2						pas d'exportation
	45-60%	3C						1 paille/4
	60-70%	4C						1 paille/2
	70-85%	5C	11	-57	-35	-13	1	2 pailles/3
	85-100%	6C	14	-142	-102	-63	1	3 pailles/4
	céréales + Maïs ensilage	7	11	-59	-24	10	4	+25%d'exportation supplémentaires pour la vente
9	0-25%	1						pas d'exportation
	25-45%	2						pas d'exportation
	45-60%	3B						pas d'exportation
	60-70%	4B						1 paille/4
	70-85%	5B	13	-145	-72	-13	1	2 pailles/3
	85-100%	6B	15	-142	-51	51	1	2 pailles/3
	céréales + Maïs ensilage	7	13	-59	53	244	7	+25%d'exportation supplémentaires pour la vente

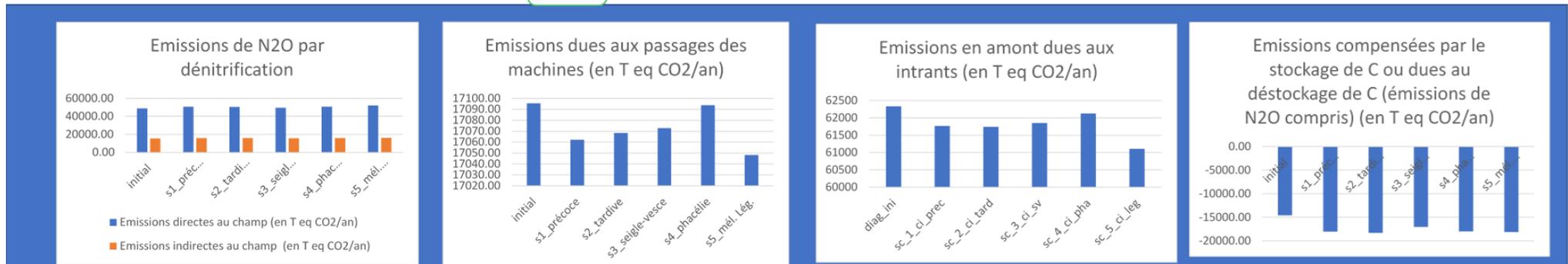
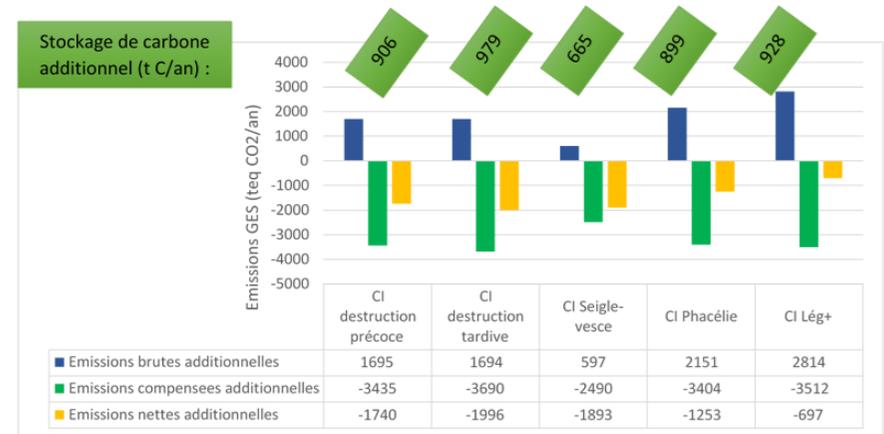
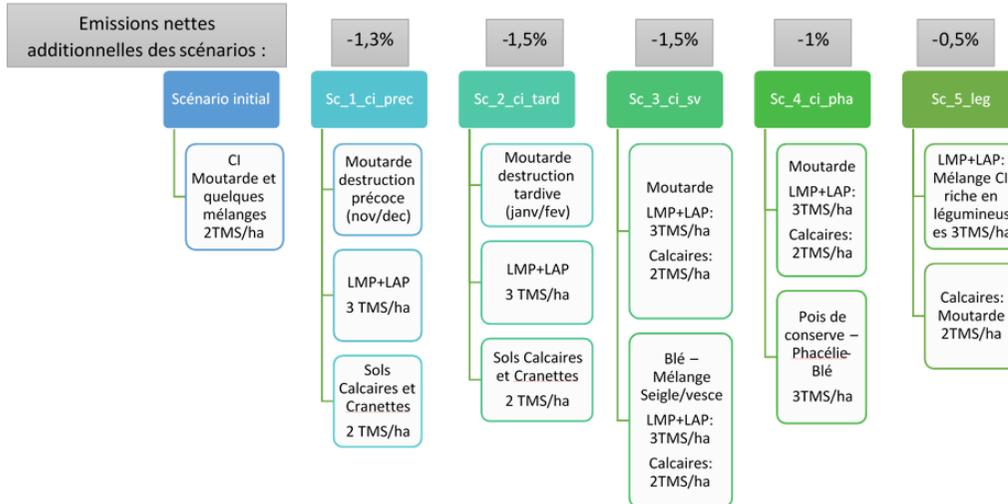


## Annexe 5 : Scénarios testés pour le développement de méthanisation et résultats



1	<b>Scénario initial : Bett-Blé-Colza-Blé en limons profonds</b>
2	Remplacement du Colza par Maïs g. + introduction d'un seigle en dérobé (10 T MS) + rdmt de Maïs grain estimé à - 10% + Apport de 15 T de digestat sur betterave
3	Remplacement du Colza par Maïs g. + introduction d'un seigle en dérobé (9 T MS) + rdmt de Maïs grain estimé à - 15% + Apport de 15 T de digestat sur betterave
4	Remplacement du Colza par Maïs g. + introduction d'un sorgho en dérobé (10 T MS) + rdmt de Maïs grain estimé à - 15% + Apport de 15 T de digestat sur betterave
5	<b>Scénario initial 2 : Bett-Blé-Colza-Blé-PdT-Blé en limons profonds</b> mais dans une zone différente du TP (teneurs initiales en C org différentes)
6	Introduction d'un seigle à 9 T MS avant betterave + baisse de rdmt sur betterave de 10% + apport de 15 T de digestat sur betterave
7	<b>Scénario initial 3 : Bett-Blé-Colza-Blé en sols argilo-calcaires</b>
8	Remplacement du Colza par Maïs g. + introduction d'un seigle en dérobé (9 T MS) + rdmt de Maïs grain estimé à - 15% + Apport de 15 T de digestat sur betterave
9	Remplacement du Colza par Maïs g. + introduction d'un sorgho en dérobé (10 T MS) + rdmt de Maïs grain estimé à - 15% + Apport de 15 T de digestat sur betterave
10	<b>Scénario initial 4 : Bett-Blé-Maïs G.-Blé en limons profonds</b>
11	Introduction d'un seigle à 9 T MS avant Maïs G + Baisse de rdmt de 15% sur Maïs G + apport de digestat sur betterave
12	Introduction d'un sorgho à 10 T MS avant Maïs G + Baisse de rdmt de 15% sur Maïs G + apport de digestat sur betterave

## Annexe 6 : Résultats détaillés du scénario 1 – cultures intermédiaires



	Emissions directes au champ (en T eq CO2/an)	Emissions indirectes au champ (en T eq CO2/an)	Emissions dues aux passages des machines (en T eq CO2/an)	Emissions en amont dues aux intrants (en T eq CO2/an)	Emissions compensées par le stockage de C ou dues au déstockage de C (émissions de N2O compris) (en T eq CO2/an)
initial	48831,60	15441,40	17095,40	62332,43	-14589,88
s1_précoce	50727,65	15839,51	17062,17	61766,54	-18025,10
s2_tardive	50633,24	15953,36	17068,16	61739,92	-18280,17
s3_seigle-vesce	49760,60	15615,43	17072,79	61849,03	-17080,19
s4_phacélie	50862,00	15908,87	17093,75	61987,14	-17993,42
s5_mél. Lég.	52109,76	16093,35	17048,08	61264,04	-18101,63