

Édition novembre 2022



SYNTHÈSE TECHNIQUE DES DIAGNOSTICS CARBONE : FICHES TECHNIQUES PAR TYPOLOGIES D'EXPLOITATIONS

RÉALISÉS EN GRANDES CULTURES EN RÉGION GRAND EST

PAR AGROSOLUTIONS ET LES AUTRES PARTENAIRES DE CARBONTHINK



SOMMAIRE

1

[Présentation du projet CarbonThink](#)



2

[Diagnostic Carbone des 100 fermes : contexte et méthode](#)



3

[Rappels théoriques et focus techniques](#)



4

[Segmentation des exploitations agricoles par typologie](#)



5

[Fiches techniques par typologies :](#)

- [Fiche technique 1 : Synthèse - toutes exploitations en région Grand Est](#)
- [Fiche technique 2 : Exploitations de grandes cultures avec cultures industrielles](#)
- [Fiche technique 3 : Exploitations de grandes cultures à dominante céréales et oléo-protéagineux](#)
- [Fiche technique 4 : Exploitations alsaciennes à dominante maïs grain](#)
- [Fiche technique 5 : Exploitations de polyculture-élevage](#)
- [Fiche technique 6 : Exploitations en Agriculture de Conservation des Sols](#)
- [Fiche technique 7 : Les 10 projets de transition les plus efficaces pour améliorer le bilan carbone](#)



6

[Synthèse et conclusion](#)





1

Présentation du projet CarbonThink

Le projet CarbonThink

Évaluation et financement de la performance Carbone en grandes cultures en Grand Est



OBJECTIF

Faire la démonstration du financement de 100 fermes en Grand Est pour leur performance Carbone à travers le déploiement d'un nouveau modèle économique.

PÉRIMÈTRE



- Grandes Cultures - Grand Est
- Bilan Carbone = Emissions + Stockage
- Valorisation des pratiques à venir (progrès) et en cours (performance)

36

Mois de travail

5

Partenaires

100

Fermes

1

Modèle économique

POC

Projet open-source

Le projet CarbonThink

Évaluation et financement de la performance Carbone en grandes cultures en Grand Est



LES ÉTAPES - ÉVALUER



Contribution à la Méthodo Grandes Cultures du Label Bas Carbone

Le LBC encadre la rédaction de méthodologies d'évaluation sectorielles : élevage ruminant, grandes cultures (GC), méthanisation, vin, haie et agroforesterie, plantation de vergers, porc, etc

**LABEL BAS
CARBONE**

Des formules de calcul et des listes de données permettant de calculer les réductions d'émissions de GES du projet évalué = TCO2 évités

D'autres critères justifiant de la qualité du projet de réduction d'émissions de GES tels que suivi, vérification, traçabilité (double compte), non permanence, additionnalité, co-bénéfices

Premières évaluations technico-économiques

10 Fermes tests de Grandes Cultures en Grand Est

Étude de réceptivité

visant les 30 000 fermes (grandes cultures, élevage, viticulture) du Grand Est

Benchmark d'outils d'évaluation Carbone

LES ÉTAPES - FINANCER



Étude des sources de financements

En provenance des acheteurs de crédits Carbone (marché volontaire)

En provenance des collectivités (subventions publiques)

En provenance de l'agro-industries (primes de filières)

Modèle économique

CarbonThink construit un modèle de rémunération pour ses 100 fermes : communauté de financeurs, ingénierie financière, organisation régionale (préconisations)

Le projet CarbonThink

Évaluation et financement de la performance Carbone en grandes cultures en Grand Est

De l'évaluation au financement du carbone agricole,
avec l'appui d'un collectif innovant de fermes et
d'organisations agricoles



100

Exploitations agricoles
en Grand Est



1

Hiver 2021-2022

Diagnostic
technico-économique

Les diagnostics carbone sont réalisés par les organisations agricoles

CarbonThink mutualise et analyse les données Carbone des fermes

€ Financé par Ademe,
ou CarbonThink

2

Printemps 2022

Test du modèle économique

Optimisation des pratiques en place
Transformation du système de production

Financements potentiels

Crédits carbone
Primes de filières
Subventions publiques

CarbonThink préconise un
schéma d'organisation régionale

Go/No Go - L'exploitation
agricole peut s'arrêter au diagnostic
ou démarrer un projet Bas Carbone

3

Été 2022 et au-delà

Plan d'action

Projet de 5 ans (LBC)

Mise en place et suivi des
pratiques

Diagnostic final et audit
collectif

Valorisation financière de
la performance Carbone

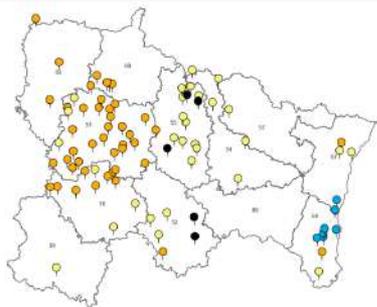


2

Diagnostics Carbone des 100 fermes : contexte et méthode

Diagnostic carbone de 100 fermes du Grand Est

- Bilan carbone et construction de projets bas-carbone d'exploitations avec **100 fermes** du Grand Est par 14 des partenaires du projet
- A date **88 exploitations** (région Grand Est + département limitrophes), **ayant réalisé l'étape de bilan carbone** de leurs exploitations
- **31 exploitations** parmi les 88 **ayant formalisé un projet de transition bas-carbone** à l'échelle de leur exploitation (impact des leviers simulés sur le bilan carbone, stratégie et évaluation du coût de projet) avec leurs conseillers agricoles



Localisation des exploitations diagnostiquées



Bilans carbone des exploitations réalisés avec l'outil **Carbon Extract** (basé sur la méthode Label bas-carbone Grandes Cultures) avec les 14 partenaires du Grand Est



Cette analyse technique des 100 diagnostics CarbonThink est réalisée par **Morgane Hénaff**, Manager transition bas-carbone et **Valentin Mérai**, Consultant transition bas-carbone.
mhenaff@agrosolutions.com, vmerai@agrosolutions.com



3

**Rappels théoriques et focus
techniques**

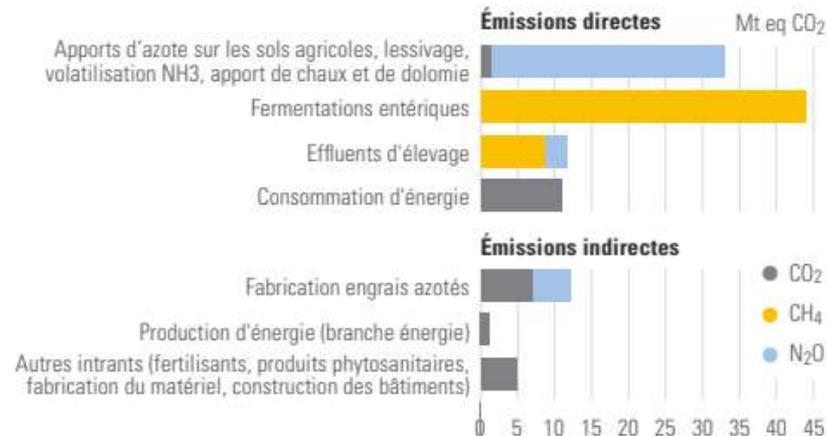
Les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole

- En 2018, **19 % des GES émis** en France proviennent du secteur agricole, soit 85 Mteq CO₂/an
- En agriculture, les 3 principales sources d'émissions sont :
 - le méthane (CH₄) – PRG = 28-30** : 45 % des émissions (fermentation entérique liée à la digestion des ruminants, stockage des effluents)
 - Le protoxyde d'azote (N₂O) – PRG = 265** : 42 % des émissions (engrais azotés, effluents d'élevage, résidus de cultures)
 - Le dioxyde de carbone (CO₂)** : 13 % des émissions (consommation d'énergie – fioul, gaz, électricité - sur la ferme : engins agricoles, serres chauffées, irrigation, bâtiments d'élevage, tanks à lait)



Emissions de Gaz à effet de Serre du secteur agricole français

Source : L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France, ADEME, janvier 2019



Le Potentiel de Réchauffement Global ou PRG, késako ?

Chacun des GES possède un potentiel de réchauffement global différent, c'est-à-dire qu'il participera plus ou moins activement au réchauffement climatique. La référence utilisée pour mesurer le potentiel de réchauffement global est le CO₂ équivalent ou CO₂e ou éq CO₂. En effet, une molécule de CO₂ libérée correspond à 1 CO₂e.



PRG = 28

molécule de CH₄



PRG = 1

molécule de CO₂

X 28

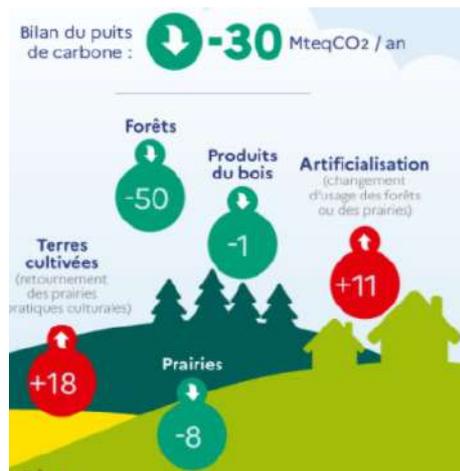
Le stockage de carbone dans les sols



Un puits de carbone c'est quoi ?

Un réservoir qui capte et stocke le carbone atmosphérique de façon durable et pérenne. Les deux principaux puits de carbone sur la planète sont le puits océanique et le puits terrestre (sols et biomasse). Les matières organiques du sol constituent le réservoir de carbone organique terrestre le plus important, devant la biomasse des végétaux.

En France, le puits de carbone terrestre stocke plus de carbone qu'il n'en relâche grâce aux forêts, aux prairies et aux produits bois. En revanche, au global, les terres cultivées déstockent du carbone (18 M teqCO₂/an) tout comme les terres artificialisées (11 MteqCO₂/an)



Source : Infographie, le secteur agricole et forestier, à la fois émetteur et capteur de GES, MAA d'après CITEPA, inventaire Secten ed. 2020

Les matières organiques du sol (MOS) se définissent comme tout ce qui est vivant (bactéries, champignons, faune...) ou a été vivant dans le sol. Le carbone organique représente près de 50 % des MOS.

On définit le **stock de carbone organique d'un sol** comme la quantité totale de carbone contenue dans un volume de sol donné. Il est généralement exprimé en tonne par hectare sur une profondeur de 30 cm.

Le **stockage de carbone** correspond à l'augmentation dans le temps du stock de carbone dans le sol.

En captant du CO₂ atmosphérique pour sa croissance via la photosynthèse, une plante absorbe du carbone. Les résidus de culture, qui sont restitués au sol, vont en partie, se transformer en matière organique stable. Si les entrées de carbone organique sont supérieures aux sorties par minéralisation naturelle, alors il y a stockage de carbone dans les sols.

PHOTOSYNTHESE



Absorption de CO₂ par les végétaux



ACCUMULATION DE MATIERE ORGANIQUE

Stockage de carbone organique dans les sols

La méthode Label bas-carbone Grandes Cultures (1/2)

Pour une évaluation globale des changements de pratiques



La méthode Grandes Cultures du Label bas-carbone donne une méthode de bilan carbone complète intégrant les **émissions de gaz à effet de serre et le stockage de carbone dans les sols** pour les exploitations de grandes cultures.

Les porteurs de projet peuvent identifier et mettre en œuvre des leviers à l'échelle de l'atelier de grandes cultures, permettant **une réduction additionnelle des émissions de GES et/ou un stockage de carbone dans les sols**.

La méthode indique ensuite comment chiffrer, en tonnes de CO₂ évitées, l'impact de ces leviers et comment elles peuvent être transformées en « crédits carbone » certifiables par le Label bas-carbone.

Ces crédits peuvent être préfinancés ou vendus à des acteurs qui souhaitent s'engager dans le financement volontaire de projet bas-carbone.

Les organismes en charge de la rédaction de la méthode Label bas-carbone Grandes Cultures sont :



Le Label bas-carbone, c'est quoi ?

Un cadre de certification de projets et de réductions d'émissions de gaz à effet de serre et de stockage de carbone, géré par l'Etat Français (Ministère de la Transition écologique). Le label bas-carbone certifie des « crédits carbone » issus de projets vertueux d'un point de vue climatique et permet à des acteurs, non soumis à une exigence réglementaire (marché du carbone volontaire) de financer ces projets et de faire reconnaître leur contribution.

Quelles sont les émissions de GES comptabilisées par la méthode ?

- Emissions de GES **directes et indirectes de N₂O** sur l'exploitation liées aux apports d'azote sur les sols, de **CO₂ liés aux amendements basiques**, de **CO₂ liés à la combustion de carburant** (engins et installations de séchage et stockage) et de **CO₂ lié à la séquestration de carbone dans le sol**
- Emissions de GES indirectes à l'amont de l'exploitation liées aux achats d'engrais minéraux et organique, de carburants fossiles pour divers usages (engins, irrigation, bâtiments de stockage/séchage).
- Emissions de GES indirectes à l'aval de l'exploitation liées au séchage des productions chez les organismes stockeurs.

Comment sont évaluées les émissions de GES et le stockage de carbone dans le sol ?

- Les émissions de GES de l'exploitation sont évaluées en multipliant des données d'activités de l'exploitation (dose d'azote apportée par exemple) avec des facteurs d'émissions issus de référentiels nationaux (GES'TIM+, Agribalyse) ou internationaux (IPCC 2019)
- Le stockage de carbone dans les sols de l'exploitation est modélisé à l'échelle du système de culture (= groupe de parcelles ayant la même rotation/conduite sur un même type de sol) grâce à des modèles de simulations des stocks de carbone dans les sols (AMG, STICS, AqYield). Les données d'entrées nécessaires à leur fonctionnement sont des données sur les sols (teneur en argile, pH...) et sur les pratiques culturales (cultures, rendements, couverts végétaux...)

La méthode Label bas-carbone Grandes Cultures (2/2)

Pour une évaluation globale des changements de pratiques

Comment sont calculés les crédits carbone ?



Les crédits carbone sont calculés selon la différence entre le **bilan carbone de référence de l'exploitation** (émissions de GES – stockage de carbone) et le **bilan carbone de l'exploitation en phase de projet** (année 1 à 5). Des rabais peuvent être appliqués sur certains termes du calcul pour prévenir les risques de non-permanence ou d'incertitudes liés aux données d'entrée.

Les **principaux rabais** pouvant être appliqués sur les crédits carbone sont les suivants :

- Rabais de 20 % sur le stockage de carbone dans le sol pour risque de non-permanence
- Rabais de 10 % sur l'ensemble des crédits dans le cas de l'utilisation d'un scénario de référence générique
- Rabais de 20 % sur l'ensemble des crédits dans le cas de l'obtention de financements publics ou privés pour la mise en œuvre des leviers sans démonstration de l'additionnalité
- Rabais de 0 à 5 % sur le stockage de carbone dans le sol selon la précision des données d'entrées utilisées pour le calcul (données météo, données sol, biomasse des intercultures et teneur en C des apports organiques)
- Rabais de 0 à 5 % sur les émissions de GES liés aux carburants selon la précision des données d'entrées utilisées pour le calcul (factures ou interventions mécaniques)

Comment définir son scénario de référence ?

Deux possibilités sont ouvertes pour définir le **bilan carbone de référence** :

- l'utilisation d'un scénario de référence **spécifique** (bilan carbone moyen de l'exploitation calculé selon ses pratiques des 3 dernières campagnes)
- l'utilisation d'un scénario de référence **générique** (pratiques moyennes à l'échelle du département par culture, définies selon *l'enquête Pratiques Culturelles Agriste 2017*). Dans ce cas un rabais de 10 % s'applique sur les crédits



Enquête pratiques culturelles en grandes cultures 2017

L'enquête sur les pratiques culturelles des agriculteurs en grandes cultures en 2017 s'inscrit dans le dispositif des enquêtes « Pratiques culturelles », outil majeur de description des pratiques des exploitants agricoles. Les précédentes enquêtes portant sur les pratiques culturelles en grandes cultures ont été réalisées en 1986, 1994, 2001, 2006 et 2011.



agreste 

Utilisation de la référence générique, à quelles conditions ?

La référence générique peut être calculée sur les exploitations dans le cas où l'exploitation a dans son assolement des 3 dernières campagnes, des cultures pour lesquelles des références régionales sont disponibles dans la base de données.

Les cultures référencées sont les suivantes : blé dur, betterave, blé tendre, colza, féverole, lin fibre et oléagineux, maïs fourrage, maïs grain, orge, pomme de terre, pois protéagineux, prairie temporaire, soja, tournesol, triticale, luzerne, chanvre.

Modèle AMG de bilan humique

L'outil **Carbon Extract** développé par Agrosolutions permet de faire le bilan carbone d'une exploitation de grandes cultures selon la méthode Label bas-carbone Grandes Cultures.

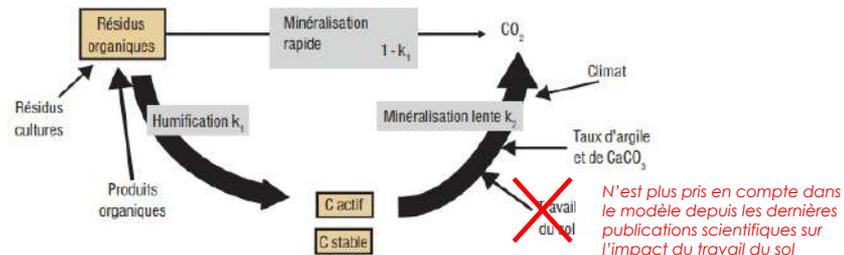
Il permet notamment de mesurer le stockage actuel de carbone sur une exploitation puis de simuler le stockage additionnel permis par la mise en place de nouvelles pratiques agricoles. Pour cela il se base sur le **modèle AMG** et notamment l'outil SIMEOS-AMG développé par AgroTransfert.

Le modèle AMG, comment marche-t-il ?

Le premier modèle français de calcul de bilan humique (Héning-Dupuis) est simple, il est basé sur la **différence entre les entrées et les sorties de matière organique du sol** en considérant un seul compartiment de carbone organique du sol.

En 1999, l'INRA de Laon a mis au point le modèle AMG (initiales du nom de ses auteurs : Andriulo, Mary, Guérif) plus performant que le modèle Héning-Dupuis mais en restant sur le même principe. Il introduit une **partition du carbone organique du sol en carbone actif et carbone stable**. La fraction active qui représente 40 à 60% du carbone total se décompose rapidement et a un temps de renouvellement de 10 à 30 ans. La fraction stable se décompose beaucoup plus lentement (temps de renouvellement supérieur à 100 ans). Le modèle estime que le compartiment actif est le seul à être alimenté par les apports de carbone frais et affecté par la minéralisation annuelle.

Principe de fonctionnement du modèle AMG



Source : Perspectives Agricoles, n°423, juin 2015

Le modèle a trois principaux paramètres : k_1 , coefficient d'humification, k_2 , taux annuel de minéralisation du carbone actif et le rapport Cs/Co (Carbone stable / carbone organique du sol).

k_1 dépend de la nature des apports de carbone frais alors que k_2 dépend des caractéristiques du sol (teneur en argile et en carbonate de calcium), des conditions climatiques (températures de l'air et bilans hydriques de l'année).



Modèle AMG : un modèle validé dans de nombreuses situations

Le modèle AMG a d'abord été paramétré par ajustement des données réalisées sur l'essai de longue durée d'ARVALIS-Institut du végétal de Boigneville ainsi que sur une sélection de parcelles du LDAR.

De 2009 à 2012 l'INRA, Agro-Transfert, le LDAR et Arvalis se sont associés dans le cadre du projet CASDAR AMG pour poursuivre ce paramétrage et tester le modèle sur la base de 23 essais de longue durée (7 à 40 ans) répartis sur le territoire français.

Sols et minéralisation du carbone



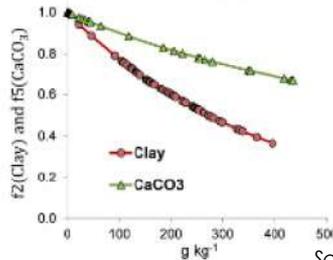
Comment les caractéristiques des sols impactent-ils la minéralisation annuelle du carbone ?

Dans le modèle AMG, la minéralisation annuelle du carbone dépend de la météo et du type de sol. Plusieurs paramètres du sol impactent le niveau de minéralisation annuelle (k_2) : la teneur en argile et carbonate de calcium, le pH et le C/N.

Plus un sol est argileux et calcaire et plus la minéralisation est faible (forte protection de la matière organique). Plus un sol est basique et plus la minéralisation est élevée.

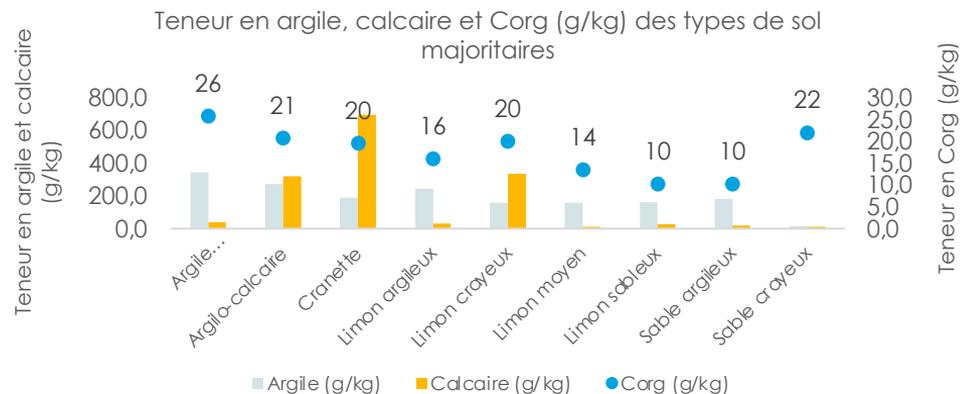
La teneur en carbone organique initiale impacte également le stockage de carbone dans les sols. En effet, à type de sol identique, plus la teneur en carbone organique initiale est élevée et plus le niveau de minéralisation est important.

Minéralisation du sol selon la teneur en argile et en CaCO_3



Source : Agrotransfert

Focus sur les sols des exploitations diagnostiquées en région Grand Est



Dans les exploitations diagnostiquées, ce sont les sols avec les plus fortes teneurs en argile et calcaire qui possèdent les teneurs en carbone organique initiales les plus importantes.

D'où proviennent les données paramétrées dans Carbon Extract sur les caractéristiques de sols ?

Majoritairement, les conseillers ont utilisé des données issues d'analyses de sols des agriculteurs pour paramétrer les types de sols dans Carbon Extract. Pour la teneur en argile, 70% des données sont issues d'analyses de sols, 89% pour la teneur en CaCO_3 et 92% pour la teneur en carbone organique initiale.

Zoom sur les engrais organiques et leurs émissions de GES



Comment sont évaluées les émissions de GES des engrais organiques ?

Dans la méthode Label bas-carbone Grandes Cultures, lors d'un apport organique, deux types d'émissions sont associés :

- Les émissions directes de N_2O (liées à l'apport d'azote et aux émissions de NH_3 et de NO_3^- qui se redécomposent en N_2O)
- Les émissions indirectes liées à la transformation éventuelle et au transport de ces apports organiques. Pour ces émissions, les derniers facteurs d'émissions de la base de données Agribalyse sont utilisés (Avadi et al., 2020)



Les apports organiques majoritairement utilisés par les exploitations diagnostiquées du projet CarbonThink

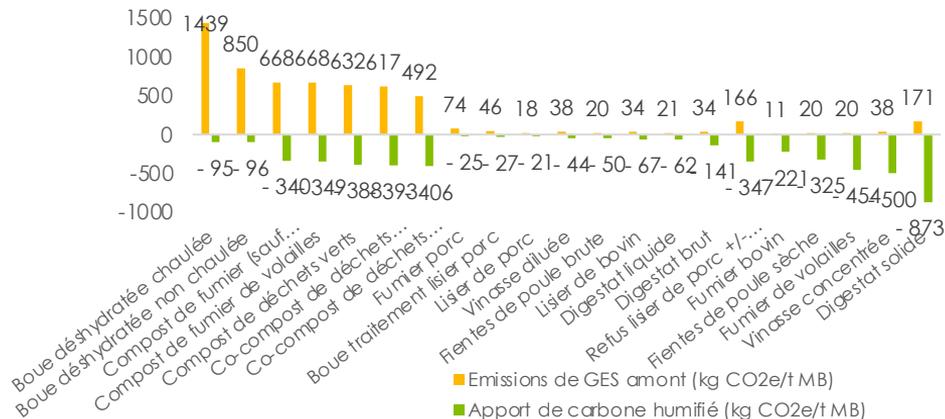
Les engrais organiques les plus utilisés sont le fumier de bovin, la vinasse (concentrée ou diluée) et le compost de fumier.

Les apports de vinasse importants s'expliquent notamment par l'industrie sucrière très développée en région Grand Est.

Parmi les 89 exploitations diagnostiquées, 12 d'entre elles utilisent du digestat liquide alors qu'elles sont seulement 3 à posséder une unité de méthanisation. Pourtant la région Grand-Est est la première région productrice de biométhane avec une puissance annuelle de 1460 GWh/an.

Empreinte amont et carbone humifié des différents engrais organiques

Source : Référentiel LBC, SIMEOS AMG



L'empreinte carbone de certains apports organiques transformés (compost, boue urbaine liquide, boue déshydratée chaulée) est élevée, supérieure à 200 kg eqCO₂/tonne. Cela s'explique par les émissions de gaz à effet de serre liées à leur transformation (compostage qui émet du N_2O , CO_2 , CH_4) ou à l'énergie dépensée pour le séchage de certains apports organiques (boue déshydratée). Pour certains de ces apports organiques et d'après les données actuelles, augmenter leur dose ou les surfaces d'épandage sur l'exploitation génèrent plus d'émissions de GES qu'ils n'apportent de stockage carbone dans les sols, ce qui rend leur utilisation inintéressante d'un point de vue climatique.

Pour autant, ces premières références sont débattues et la méthode d'allocation des gaz à effet de serre du processus de transformation pour les apports organiques est en cours de révision par les experts d'Agribalyse.

Les leviers bas-carbone

Réduire les émissions

Les leviers sont des pratiques à mettre en place sur l'exploitation qui doivent permettre de réduire les émissions de GES ou au contraire de favoriser le stockage de carbone dans le sol.

EMISSIONS DE GES

Fertilisation

Réduire la dose d'azote minéral

Changer la forme d'azote (*réduction de dose permise par une moindre volatilisation*)

Adopter des outils d'aide à la décision

Ajuster des objectifs de rendements

Augmenter l'azote fixé par les intercultures

Introduire de nouvelles cultures dans la rotation à plus faible besoin en azote

Introduire des légumineuses dans la rotation

Implanter des cultures à faible besoin en azote

Réduire la volatilisation de l'azote apportée par les engrais minéraux

Changer la forme d'azote

Utiliser des inhibiteurs d'uréase

Enfourer dans les 12h après épandage

Réaliser des apports localisés au semis

Réduire la volatilisation de l'azote apporté par les engrais organiques

Réduire les délais d'enfouissement

Changer le matériel utilisé

Utiliser des inhibiteurs de nitrification

Consommation de carburant

Réduire la consommation à l'ha

Passer à l'écoconduite

Renouveler les outils de traction

Réduire le travail du sol et passer au semis direct

Substituer une pompe thermique par une pompe électrique pour l'irrigation

Réduire l'énergie consommée pour le séchage/stockage des productions à la ferme

Les leviers bas-carbone

Améliorer le stockage de carbone

Plusieurs méthodes Label Bas-Carbone permettent de calculer le stockage de carbone au sein d'une exploitation : la méthode grandes cultures et la méthode haies. En fonction de ces périmètres, les leviers mobilisables diffèrent.

STOCKAGE DE CARBONE

La méthode Grandes Cultures

Augmenter la biomasse produite par les intercultures longues

Améliorer les techniques de semis et les espèces semées pour augmenter la biomasse produite par les intercultures longues

Augmenter les restitutions des résidus cultures

Augmenter la fréquence de restitution des résidus
Améliorer les rendements des cultures principales

Augmenter les apports organiques



Surfaces ou doses

Point de vigilance : certains engrais organiques, notamment les composts et les engrais transformés ont une empreinte importante pour leur transformation, supérieure au carbone qu'ils peuvent apporter au sol

Augmenter les surfaces semées en cultures intermédiaires ou dérobées

Augmenter les surfaces en intercultures longues
Développer les intercultures courtes

La méthode haies

Plantation de nouvelles haies

Modifier le mode de gestion des haies existantes pour stocker plus de carbone



4

**Segmentation des
exploitations agricoles par
typologie**

Les 4 typologies d'exploitations identifiées en Grand Est



Exploitations de grandes cultures avec cultures industrielles

Critères de segmentation :
Grandes cultures
Agriculture conventionnelle
Exploitations avec betterave sucrière ou betterave sucrière + pomme de terre dans l'assolement

Nombre d'exploitations :
46 exploitations

► Fiche technique n°2



Exploitations de grandes cultures à dominante céréales et oléo-protéagineux

Critères de segmentation :
Grandes cultures ou céréales
Agriculture conventionnelle
Exploitations qui ne rentrent pas dans les critères des catégories précédentes

Nombre d'exploitations :
30 exploitations

► Fiche technique n°3



Exploitations alsaciennes à dominante maïs

Critères de segmentation :
Céréales
Agriculture conventionnelle
Maïs grain > 70% assolement
Irrigation

Nombre d'exploitations :
7 exploitations

► Fiche technique n°4



Exploitations de polyculture-élevage

Critères de segmentation :
Polyculture-élevage
Agriculture conventionnelle

Nombre d'exploitations :
5 exploitations

► Fiche technique n°5

Approfondissement sur



L'agriculture de conservation des sols (ACS)

Critères de segmentation :
Exploitations des 4 typologies de l'échantillon en ACS

Nombre d'exploitations :
13 exploitations

► Fiche technique n°6



Les transitions vertueuses

Critères de segmentation :
Les 10 projets de transition améliorant le plus le bilan

Nombre d'exploitations :
10 exploitations

► Fiche technique n°7



Sur 88 diagnostics d'exploitations, seuls les diagnostics d'exploitations en région Grand Est ou départements limitrophes (02 et 89) ont été conservés dans l'échantillon analysé. Les exploitations en agriculture biologique ou en conversion n'ont pas été incluses dans les 4 typologies et une typologie spécifique n'a pas pu être réalisée compte tenu de leur faible nombre.

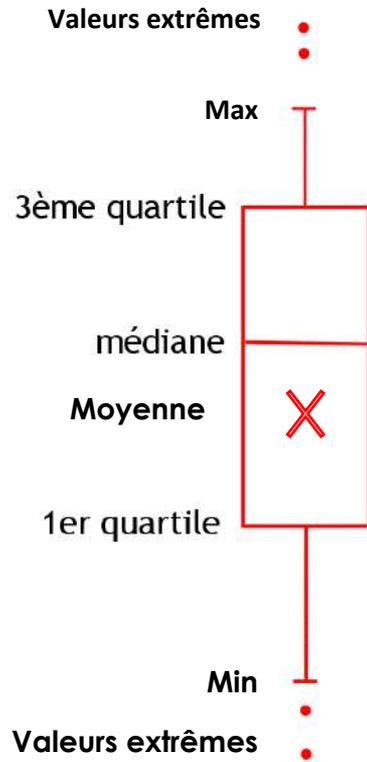


5

**Fiches techniques par
typologies d'exploitations**

Clés de lecture des fiches techniques

Lecture d'une boîte à moustache



En règle générale on s'intéresse à la **médiane** ou à la **moyenne** des données.

Pour une variable avec une forte variabilité, on s'intéressera davantage à la médiane car la moyenne sera fortement influencée par les valeurs extrêmes.

Clés de lecture des fiches techniques

Définition des indicateurs présentés et modalités de calcul

Bilan net = Emissions de GES – stockage de C dans les sols

1 crédit carbone = 1 tonne de carbone évitée ou séquestrée par rapport au bilan initial



Coût des projets et crédits carbone
Coût moyen estimé des projets (€/ha/an)

$$\frac{\text{Coût moyen estimé du projet}}{\text{Surface de l'atelier grandes cultures}}$$

Crédits carbone potentiels (spécifique) (CC/ha/an)

$$\frac{(\text{Bilan net initial de l'exploitation} - \text{Bilan net en phase de projet de l'exploitation}) \times \text{RABAIS}}{\text{Surface de l'atelier grandes cultures}}$$

Crédits carbone potentiels (générique) (CC/ha/an)

$$\frac{(\text{Bilan net initial générique} - \text{Bilan net en phase de projet de l'exploitation}) \times \text{RABAIS}}{\text{Surface de l'atelier grandes cultures}}$$

Coût moyen du crédit carbone (€/ha/an)
Valeur du CC qui doit revenir à l'agriculteur pour rembourser son projet. Le prix de vente peut-être différent si un intermédiaire intervient dans la vente.

$$\frac{\text{Coût du projet} \div \text{Quantité de crédits générés (spécifique)}}{\text{Surface de l'atelier grandes cultures}}$$



Fiche technique n°1

Synthèse - toutes exploitations en région Grand Est

Fiche technique n°1

Exploitations de grandes cultures en région Grand Est



88 exploitations



Carte d'identité de l'échantillon

- SAU moyenne : **212 ha** dont **93%** en grandes cultures
- **69 %** des exploitations de l'échantillon possèdent une SAU comprise entre 100 et 300 ha
- **6 %** en HVE et **15 %** en agriculture de conservation des sols
- **2,5** systèmes de culture en moyenne sur l'exploitation
- Types de sol majoritaires :
 1. cranette (35%) :

argile = 188,7 g/kg, calcaire = 695,5 g/kg, carbone organique = 19,7 g/kg

2. limon argileux (19%) :

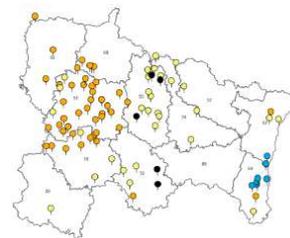
argile = 251 g/kg, calcaire = 30,9 g/kg, carbone organique = 16,4 g/kg

Valeurs moyennes des composants du sol

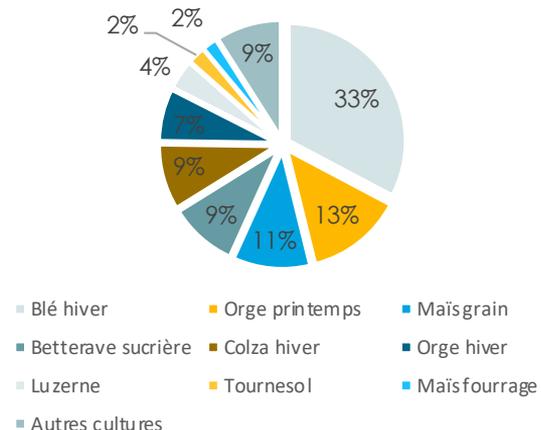


Pratiques agricoles

- En moyenne **7** cultures dans l'assolement
- Rendement moyen en blé tendre : **84 q/ha**
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **148 uN/ha [90;234]** dont 23 % apportée sous forme d'ammonitrate, 64 % sous forme de solution azotée, 8 % sous forme d'urée et 4% autre forme.
- **33 %** de la surface cultivée avec des intercultures (cultures intermédiaires + dérobées) pour une biomasse moyenne produite estimée à **1,3 tMS/ha**
- **8 %** de la surface cultivée moyenne avec des légumineuses ou protéagineux dont **4%** de luzerne
- **85 %** des exploitations utilisent des engrais organiques dont les principaux engrais organiques utilisés : 1. fumier bovins (20 t/ha en moyenne), 2. vinasse concentrée (3 m3/ha en moyenne), 3. vinasse diluée (2 m3/ha en moyenne)



Assolement moyen



Fiche technique n°1

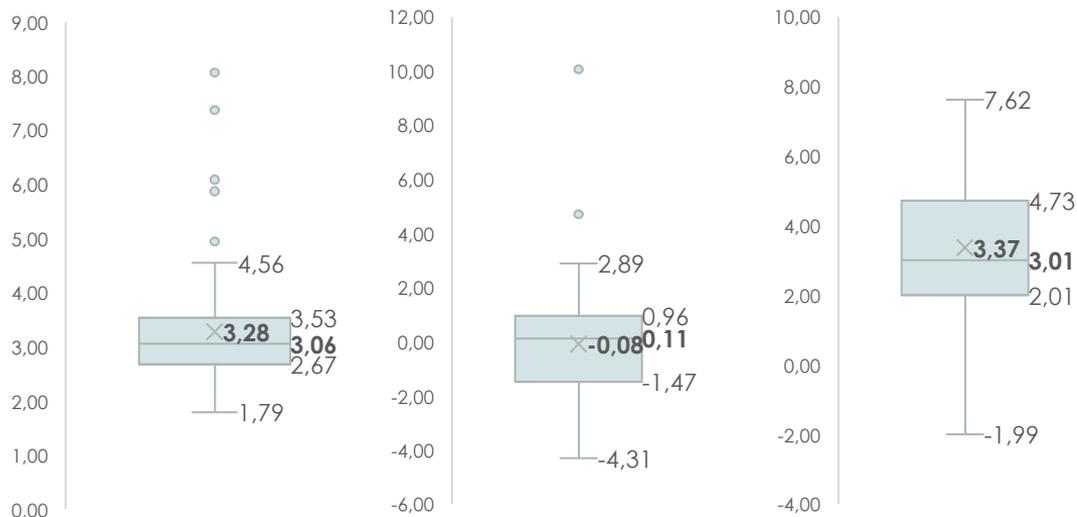
Exploitations de grandes cultures en région Grand Est



88 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$)



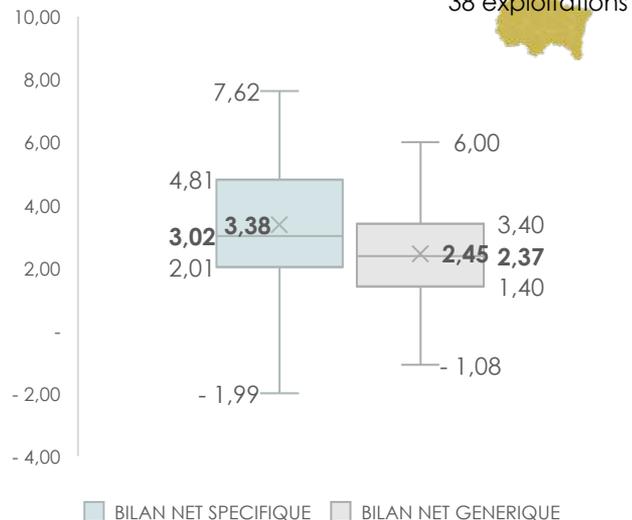
Emissions de GES

Stockage C sols

Bilan net



Bilan carbone moyen de la référence régionale (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$)



38 exploitations

■ BILAN NET SPECIFIQUE ■ BILAN NET GENERIQUE

Bilan net

Fiche technique n°1

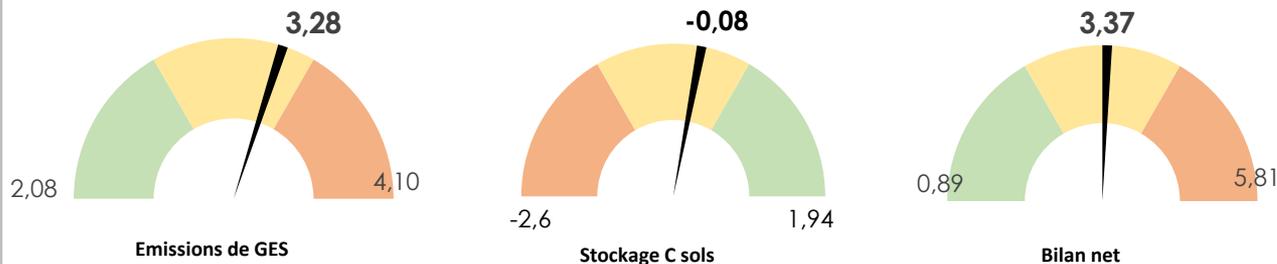
Exploitations de grandes cultures en région Grand Est



88 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en tCO₂e/ha/an)



Les valeurs min et max indiquées sur les graphiques en jauges correspondent aux 1^{er} et 9^{ème} déciles calculés sur un échantillon de 350 exploitations ayant réalisé leur bilan carbone avec l'outil Carbon Extract.

La moyenne des émissions de GES de l'ensemble des exploitations est de 3,28 tCO₂e/ha/an [1,79 à 8,07].

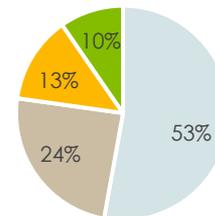
La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un léger déstockage de -0,08 tCO₂e/ha/an soit 80 kg CO₂e/ha/an, cependant cette moyenne couvre une forte variabilité de situations [-4,31 à 10,06] liée aux caractéristiques des sols (teneurs en argile, calcaire, teneur en C org initiale), des systèmes de culture et les pratiques culturales mises en œuvre. En effet, plus de la moitié des exploitations (53%) stockent du carbone et 47% déstockent.

La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de 3,37 tCO₂e/an.



Profil des émissions de GES

- N₂O directes et indirectes
- Fabrication/transport engrais minéraux
- Fabrication/transport engrais organiques
- Emissions liées aux carburants



Le poste le plus émetteur concerne les émissions de N₂O au champ (directes et indirectes) qui pèsent pour 53 % des émissions de cette typologie. La fabrication et le transport des engrais minéraux et organiques comptent pour 37 % des émissions.

Fiche technique n°1

Exploitations de grandes cultures en région Grand Est



31 exploitations
avec projet



Projets de transition bas-carbone envisagés

Leviers mobilisés par



Réduction dose
d'azote

22% des exploitations



Inhibiteurs de
nitrification

16% des exploitations



Réduction de la
volatilisation

56% des exploitations



Intégration dans la
rotation de cultures à bas
niveau d'azote

50% des exploitations



Augmenter l'azote produit
par les intercultures

22% des exploitations



Augmenter la
biomasse des
intercultures

63% des exploitations



Augmenter la surface
des intercultures

44% des exploitations



Augmenter les
apports organiques

16% des exploitations



Augmenter la
restitution des résidus
de culture

25% des exploitations

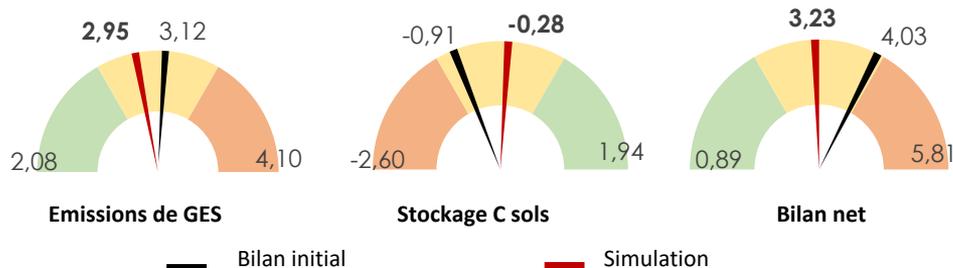


Réduire la consommation
de carburant

13% des exploitations



Impact des projets sur le bilan carbone
(en teqCO₂/ha/an)



Coût des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets* **50,3 €/ha/an** [3,4 ; 236,4]
24 exploitations

Crédits carbone potentiels (spécifique) **0,66 crédits/ha/an**

Crédits carbone
potentiels (générique) **0,21 crédits/ha/an**
8 exploitations (sur 16 avec un calcul générique)

Coût moyen du crédit carbone** **87,1 €/ teq CO₂** [7,4 ; 314]
18 exploitations

* Seule une partie des exploitations ayant réalisé un projet ont fait un calcul détaillé du coût de leur projet. ** Les exploitations qui génèrent moins de 0,11 CC/ha ont été exclues



Fiche technique n°2

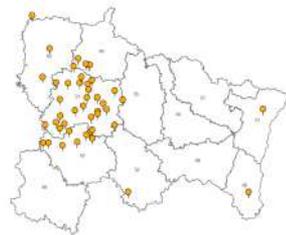
Exploitations de grandes cultures avec
cultures industrielles

Fiche technique n°2

Exploitations de grandes cultures avec cultures industrielles



46 exploitations



Carte d'identité de l'échantillon

- SAU moyenne : **222** ha dont **96%** en grandes cultures
- **70 %** des exploitations de l'échantillon possèdent une SAU comprise entre 100 et 300 ha
- **9 %** en HVE et **9 %** en agriculture de conservation des sols
- **3** systèmes de culture en moyenne sur l'exploitation
- Types de sol majoritaires :
 1. cranette (65%) :

argile = 189,9 g/kg, calcaire = 697,4 g/kg, carbone organique = 19,5 g/kg

2. limon moyen (11%) :

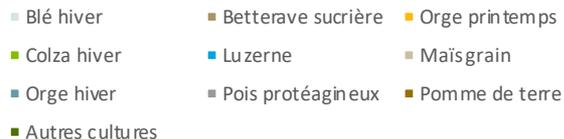
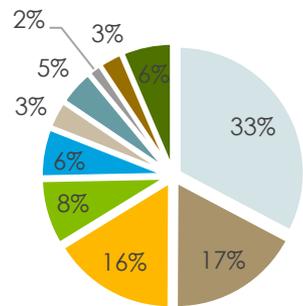
argile = 161 g/kg, calcaire = 16,3 g/kg, carbone organique = 12,8 g/kg



Pratiques agricoles

- En moyenne **8** cultures dans l'assolement
- Rendement moyen en blé tendre : **90** q/ha
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **141** uN/ha [90;173] dont 19 % apportée sous forme d'ammonitrate, 75% sous forme de solution azotée, 3% sous forme d'urée et 3% autre forme
- **35 %** de la surface cultivée avec des intercultures pour une biomasse moyenne produite estimée à **1,4** tMS/ha
- **9 %** de la surface cultivée avec des légumineuses ou protéagineux dont 6 % de luzerne
- **89 %** des exploitations utilisent des engrais organiques dont les principaux engrais organiques utilisés : 1. vinasse diluée (3 m3/ha en moyenne), 2. vinasse concentrée (2 m3/ha en moyenne), 3. compost de fumier de volailles (5 t/ha en moyenne)

Assolement moyen



Fiche technique n°2

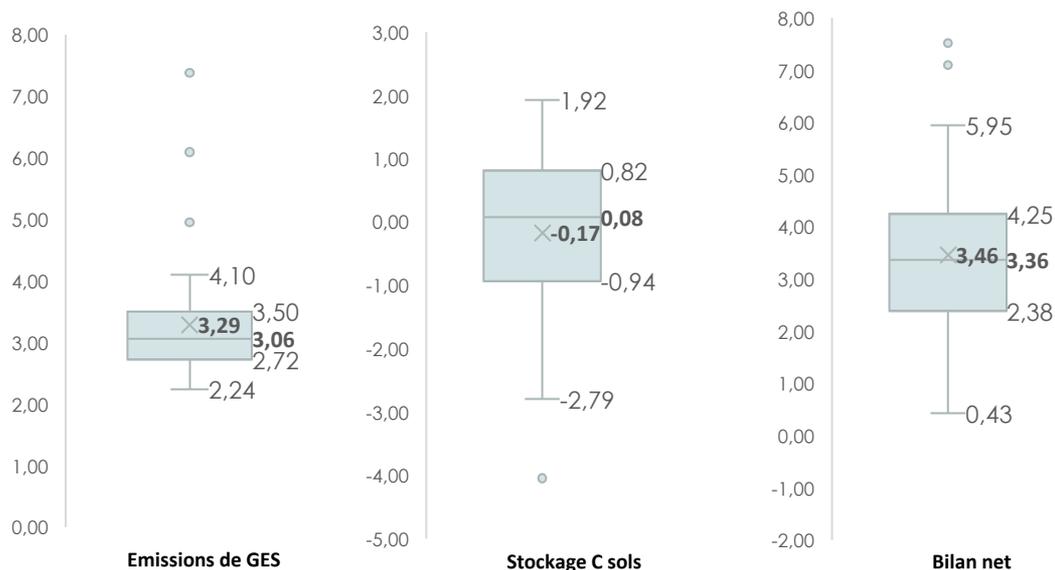
Exploitations de grandes cultures avec cultures industrielles



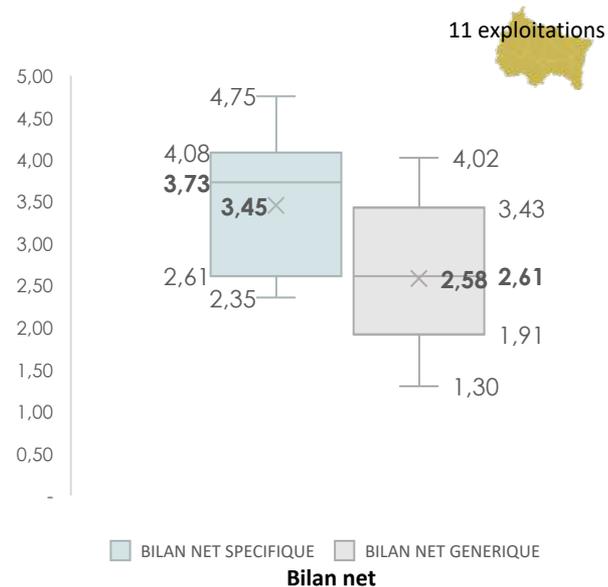
46 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en teqCO2/ha/an)



Bilan net comparé à la référence régionale (générique)
(en teqCO2/ha/an)



Fiche technique n°2

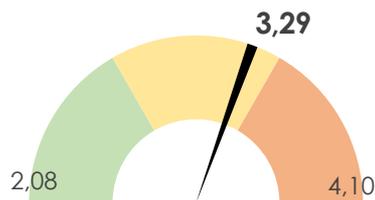
Exploitations de grandes cultures avec cultures industrielles



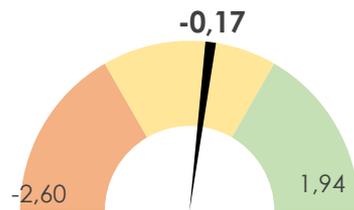
46 exploitations



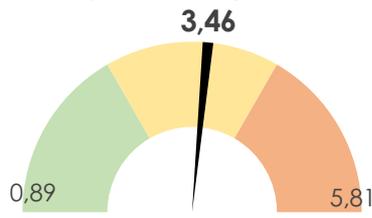
Bilan carbone moyen du groupe (en tCO₂e/ha/an)



Emissions de GES



Stockage C sols



Bilan net

Les valeurs min et max indiquées sur les graphiques en jauges correspondent aux 1^{er} et 9^{ème} déciles calculés sur un échantillon de 350 exploitations ayant réalisé leur bilan carbone avec l'outil Carbon Extract.

Légende :

Stockage négatif = déstockage

Stockage positif = stockage

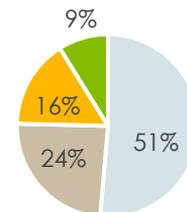
Bilan négatif = stockage > émissions

Bilan positif = émissions > stockage



Profil des émissions de GES

- N₂O directes et indirectes
- Fabrication/transport engrais minéraux
- Fabrication/transport engrais organiques
- Emissions liées aux carburants



Pour cette typologie d'exploitation, la moyenne des émissions de GES est de 3,29 tCO₂e/ha/an [2,24 à 7,37].

La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un léger déstockage de -0,17 tCO₂e/ha/an soit 170 kg CO₂e/ha/an, cependant cette moyenne couvre une forte variabilité de situations [-4,04 à 1,92] liée aux caractéristiques des sols (teneurs en argile, calcaire, teneur en C org initiale), des systèmes de culture et les pratiques culturales mises en œuvre. En effet, plus de la moitié des exploitations (54%) stockent du carbone.

La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de 3,46 tCO₂e/an.

Le poste le plus émetteur concerne les émissions de N₂O au champ (directes et indirectes) qui pèsent pour 51 % des émissions de GES de cette typologie. La fabrication et le transport des engrais minéraux et organiques comptent pour 40% des émissions.

Fiche technique n°2

Exploitations de grandes cultures avec cultures industrielles



12 exploitations
avec projet



Projets de transition bas-carbone envisagés

Leviers mobilisés par



Réduction dose
d'azote

42% des exploitations



Inhibiteurs de
nitrification

17% des exploitations



Réduction de la
volatilisation

58% des exploitations



Intégrer dans la rotation des
cultures à bas niveau d'azote

33% des exploitations



Augmenter l'azote produit
par les intercultures

8% des exploitations



Augmenter la biomasse des
intercultures

50% des exploitations



Augmenter la surface
des intercultures

42% des exploitations



Augmenter les apports
organiques

25% des exploitations



Augmenter la restitution des
résidus de culture

25% des exploitations



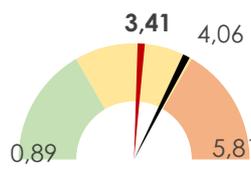
Impact des projets sur le bilan carbone (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$)



Emissions de GES



Stockage C sols



Bilan net

— Bilan initial

— Simulation



Coût des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets*
7 exploitations

20,3 €/ha/an [3,4 ; 65,4]

Crédits carbone potentiels (spécifique)

0,54 crédits/ha/an

Crédits carbone
potentiels (générique)
1 exploitation (sur 3 avec un calcul générique)

0,21 crédits/ha/an

Coût moyen du crédit carbone**
4 exploitations

101,1 €/ teqCO_2 [7,4 ; 272,9]

*Seule une partie des exploitations ayant réalisé un projet ont fait un calcul détaillé du coût de leur projet
**Les exploitations qui génèrent moins de 0,11 CC/ha ont été exclues

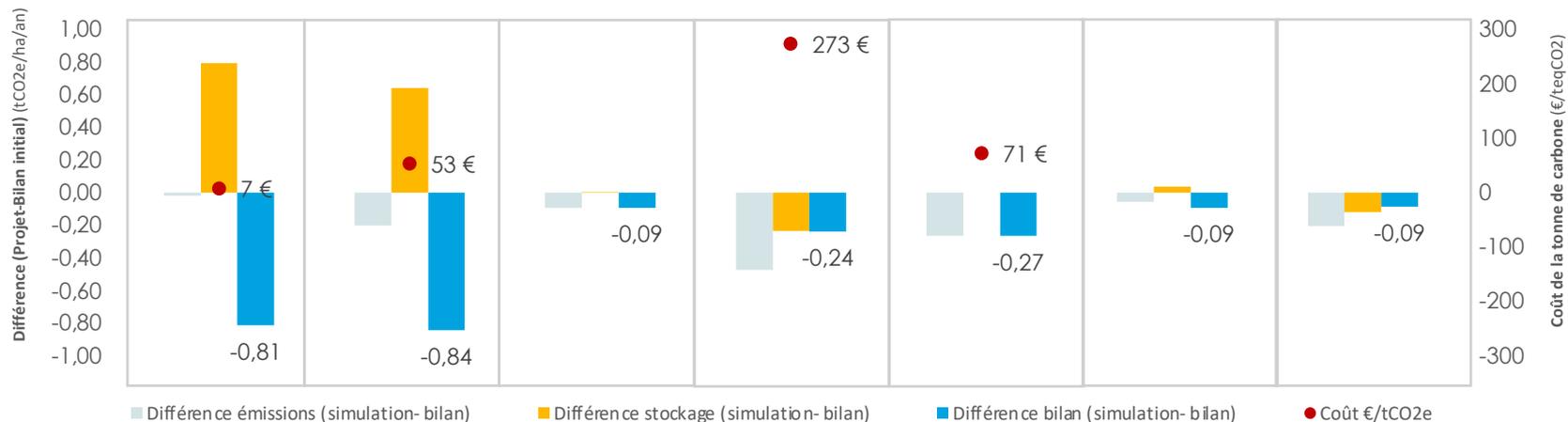
Fiche technique n°2

Exploitations de grandes cultures avec cultures industrielles



Résultats individuels de 7 exploitations

Impact des projets sur la réduction des émissions de GES, du stockage de carbone dans les sols, du bilan net et coût de la tonne de CO₂ calculé



Les projets envisagés par les 7 exploitations de cette typologie permettent une réduction du bilan net de 0,09 à 0,84 teqCO₂/ha/an. Les 2 exploitations qui ont la plus forte amélioration de leur bilan net sont celles qui activent des leviers de stockage de carbone dans le sol (exploitations 1 et 2). Les exploitations qui travaillent uniquement sur la réduction des émissions de GES parviennent à une réduction de leur bilan net plus faible (entre 0,09 et 0,27 teqCO₂/ha/an), notamment car cette réduction est parfois contrebalancée par un déstockage de carbone dans les sols.

Le coût de la tonne de CO₂ pour les 3 exploitations dont l'amélioration du bilan net est inférieure à 0,11 tCO₂e/ha/an atteint : 63 €/teqCO₂, 48 €/teqCO₂ et 151 €/teqCO₂. Pour les 4 autres exploitations, il varie entre 7 et 273 €/teqCO₂, une variabilité liée aux différents leviers actionnés.



Fiche technique n°3

Exploitations de grandes cultures à dominante
céréales et oléo-protéagineux

Fiche technique n°3

Exploitations de grandes cultures avec cultures céréalières



30 exploitations



Carte d'identité de l'échantillon

- SAU moyenne : **186 ha** dont **87%** en grandes cultures
- **80%** des exploitations de l'échantillon possèdent une SAU comprise entre 100 et 300 ha
- **3%** en HVE et **27%** en agriculture de conservation des sols
- **1,8** systèmes de culture en moyenne sur l'exploitation
- Types de sol majoritaires :
 1. Limon argileux (30%),

argile = 256,7 g/kg, calcaire = 12,2 g/kg, carbone organique = 18,5 g/kg

2. Argile limoneuse (27%) et argilo-calcaire (27%)***

**argile = 338 g/kg, calcaire = 38,3 g/kg, carbone organique = 23,8 g/kg*

***argile = 289,4 g/kg, calcaire = 314,1 g/kg, carbone organique = 22,7 g/kg*

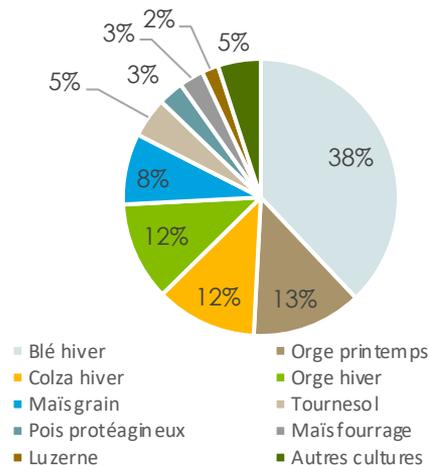


Pratiques agricoles

- En moyenne **7** cultures présentes dans l'assolement
- Rendement moyen en blé tendre : **76 q/ha**
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **145 uN/ha** [103;185] dont 29% apportée sous forme d'ammonitrate, 60% sous forme de solutions azotée, 4% sous forme d'urée et 7% sous une autre forme.
- **32%** de la surface cultivée avec des intercultures pour une biomasse moyenne produite estimée à **1 tMS/ha**
- **8%** de la surface cultivée avec des légumineuses ou protéagineux dont **3%** de luzerne et **2%** de pois protéagineux
- **87%** des exploitations utilisent des engrais organiques dont les principaux engrais organiques utilisés : 1. fumier bovin(21 t/ha en moyenne), 2. compost de fumier (sauf volaille) (4 t/ha en moyenne)



Assolement moyen



Fiche technique n°3

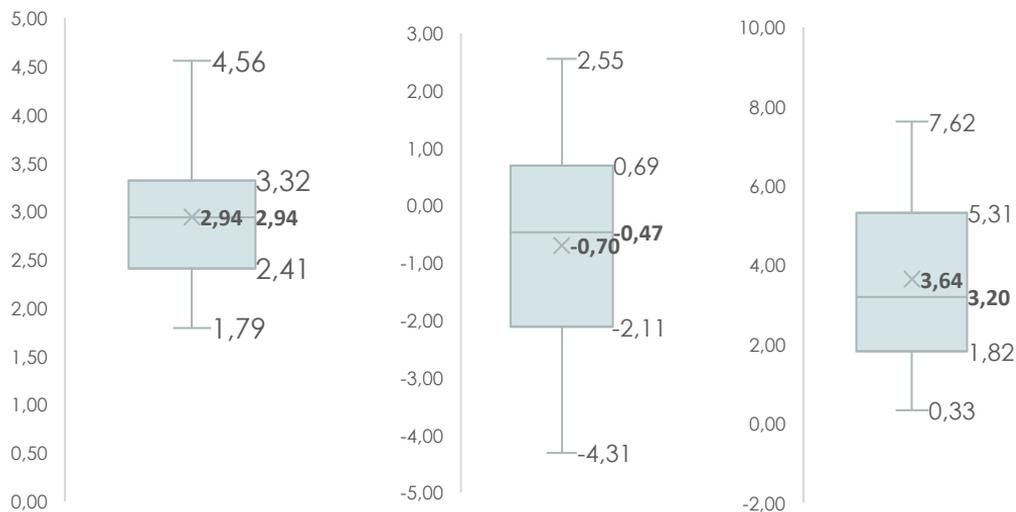
Exploitations de grandes cultures avec cultures céréalières



30 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en teqCO2/ha/an)



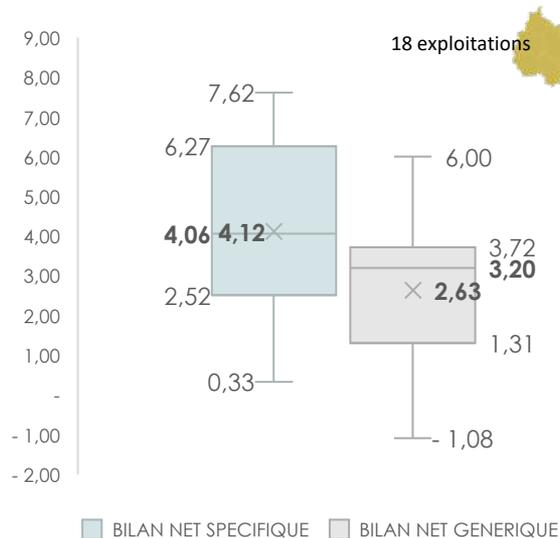
Emissions de GES

Stockage C sols

Bilan net



Bilan carbone moyen de la référence régionale (en teqCO2/ha/an)



18 exploitations

■ BILAN NET SPECIFIQUE ■ BILAN NET GENERIQUE

Bilan net

Fiche technique n°3

Exploitations de grandes cultures avec cultures céréalières



30 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$)

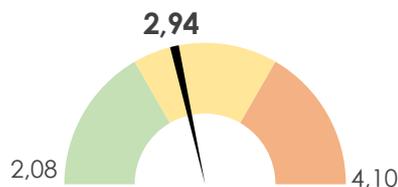
Légende :

Stockage négatif = déstockage

Stockage positif = stockage

Bilan négatif = stockage > émissions

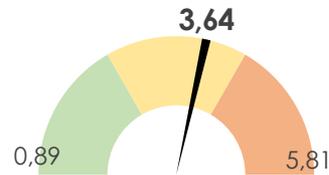
Bilan positif = émissions > stockage



Emissions de GES



Stockage C sols



Bilan net

Les valeurs min et max indiquées sur les graphiques en jauges correspondent aux 1^{er} et 9^{ème} déciles calculés sur un échantillon de 350 exploitations ayant réalisé leur bilan carbone avec l'outil Carbon Extract.

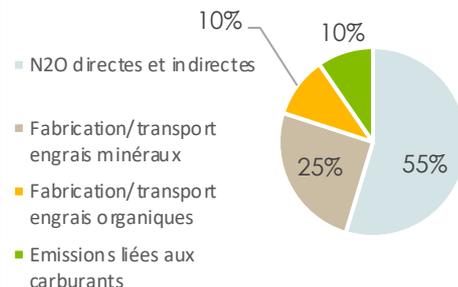
La moyenne des émissions de GES des exploitations est de 2,94 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ [1,79 à 4,56].

La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un déstockage de -0,70 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ soit 700 kg $\text{CO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$, cependant cette moyenne couvre une forte variabilité de situations [-4,31 à 2,55] liée aux caractéristiques des sols (teneurs en argile, calcaire, teneur en C org initiale), des systèmes de culture et les pratiques culturales mises en œuvre. En effet, 13 exploitations (43%) parviennent tout de même à stocker du carbone.

La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de 3,64 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{an}$.



Profil des émissions de GES



Le poste le plus émetteur concerne les émissions de N₂O au champ (directes et indirectes) qui pèsent pour 55 % des émissions de GES de cette typologie. La fabrication et le transport des engrais minéraux et organiques comptent pour 35 % des émissions.

Fiche technique n°3

Exploitations de grandes cultures avec cultures céréalières



15 exploitations
avec projet



Projets de transition bas-carbone envisagés

Leviers mobilisés par



Réduction dose
d'azote

13% des exploitations



Inhibiteurs de
nitrification

13% des exploitations



Réduction de la
volatilisation

60% des exploitations



Intégrer dans la rotation des
cultures à bas niveau d'azote

67% des exploitations



Augmenter l'azote produit par les
intercultures

40% des exploitations



Augmenter la biomasse des
intercultures

80% des exploitations



Augmenter la surface des
intercultures

47% des exploitations



Augmenter les apports
organiques

7% des exploitations



Augmenter la restitution des
résidus de culture

27% des exploitations

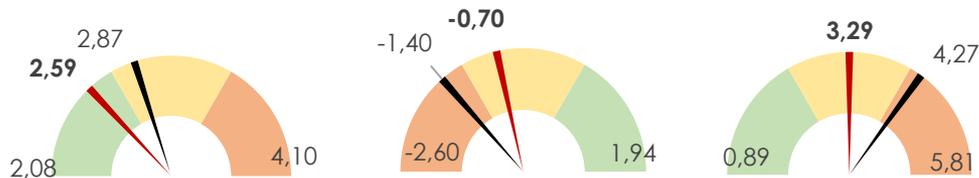


Réduire la consommation de
carburant

27% des exploitations



Impact des projets sur le bilan carbone (en teqCO₂/ha/an)



Emissions de GES

Stockage C sols

Bilan net

— Bilan initial

— Simulation



Coût des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets*
12 exploitations

73,4 €/ha/an [8,6 ; 128,9]

Crédits carbone potentiels (spécifique)

0,81 crédits/ha/an

Crédits carbone
potentiels (générique)

4 exploitations (sur 9 avec un calcul générique)

0,17 crédits/ha/an

Coût moyen du crédit carbone**
11 exploitations

87,9 €/ teq CO₂ [19,8 ; 314]

*Seule une partie des exploitations ayant réalisé un projet ont fait un calcul détaillé du coût de leur projet

**Les exploitations qui génèrent moins de 0,11 CC/ha ont été exclues

Fiche technique n°3

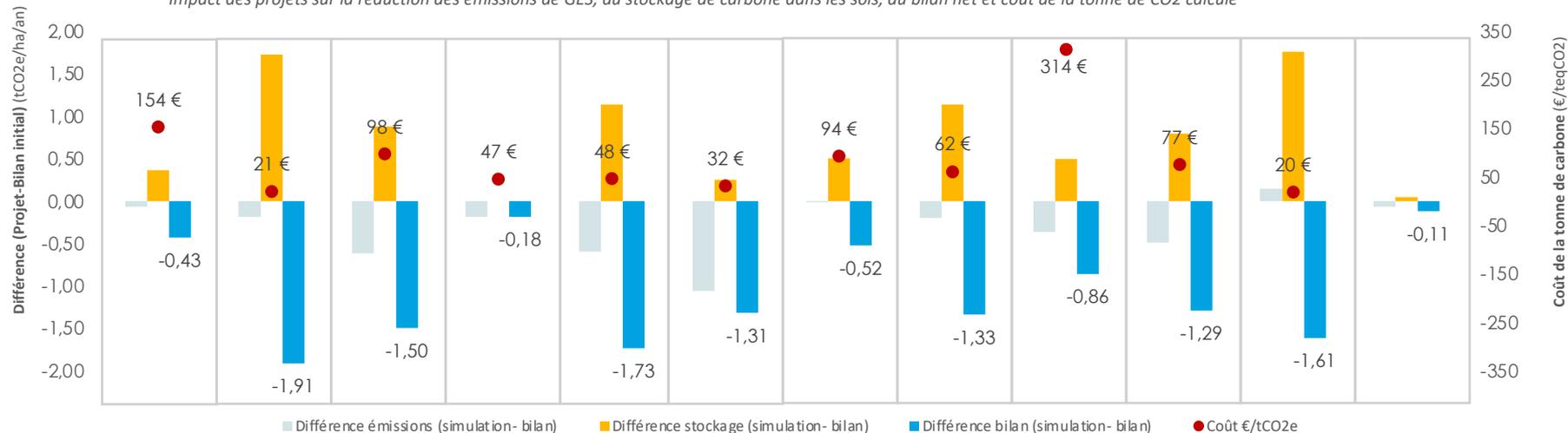
Exploitations de grandes cultures avec cultures céréalières



12 exploitations avec projet et calcul du coût

Résultats individuels de 12 exploitations

Impact des projets sur la réduction des émissions de GES, du stockage de carbone dans les sols, du bilan net et coût de la tonne de CO₂ calculé



Les projets envisagés par les 12 exploitations de cette typologie permettent une réduction du bilan net de 0,11 à 1,91 teqCO₂/ha/an. Les exploitations qui ont la plus forte amélioration de leur bilan net sont majoritairement celles qui activent des leviers de stockage de carbone dans le sol et de réduction des émissions de GES.

Le coût de la tonne de CO₂ pour l'exploitation dont l'amélioration du bilan net est faible (0,11 tCO₂e/ha/an) est de 902 €/teqCO₂. Pour les autres exploitations, il varie entre 20 et 314 €/teqCO₂ selon les exploitations et les leviers actionnés.



Fiche technique n°4

Exploitations alsaciennes à dominante maïs grain

Fiche technique n°4

Exploitations de grandes cultures avec maïs grain alsacien



7 exploitations



Carte d'identité de l'échantillon

- SAU moyenne : **126 ha** dont **96%** en grandes cultures
- **43 %** des exploitations de l'échantillon possèdent une SAU comprise entre 100 et 300 ha
- **0 %** en HVE et **0 %** en agriculture de conservation des sols
- **3,4** systèmes de culture en moyenne sur l'exploitation
- Types de sol majoritaires :
 1. Limon argileux (43%)
argile = 244,7 g/kg, calcaire = 64,7 g/kg, carbone organique = 11,8 g/kg
 2. Limon moyen(29%)
argile = 146,5 g/kg, calcaire = 19,5 g/kg, carbone organique = 10,3 g/kg

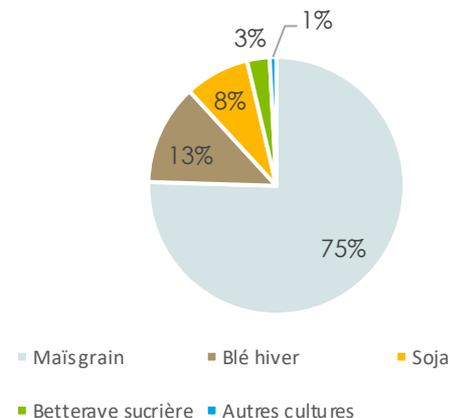


Pratiques agricoles

- En moyenne **4** cultures présentes dans l'assolement
- Rendement moyen en maïs grain : **142 q/ha**
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **207 uN/ha** [179;234] dont 10% apportée sous forme d'ammonitrate, 9% sous forme de solutions azotée, 72% sous forme d'urée et 9% sous une autre forme.
- **17 %** de la surface cultivée avec des intercultures pour une biomasse moyenne produite estimée à **1,7 tMS/ha**
- **8 %** de la surface cultivée avec des légumineuses ou protéagineux dont **8 %** de soja
- **43 %** des exploitations utilisent des engrais organiques dont le principal engrais organiques utilisé : Co-compost de déchet verts et biodéchets (10 t/ha en moyenne)



Assolement moyen



Fiche technique n°4

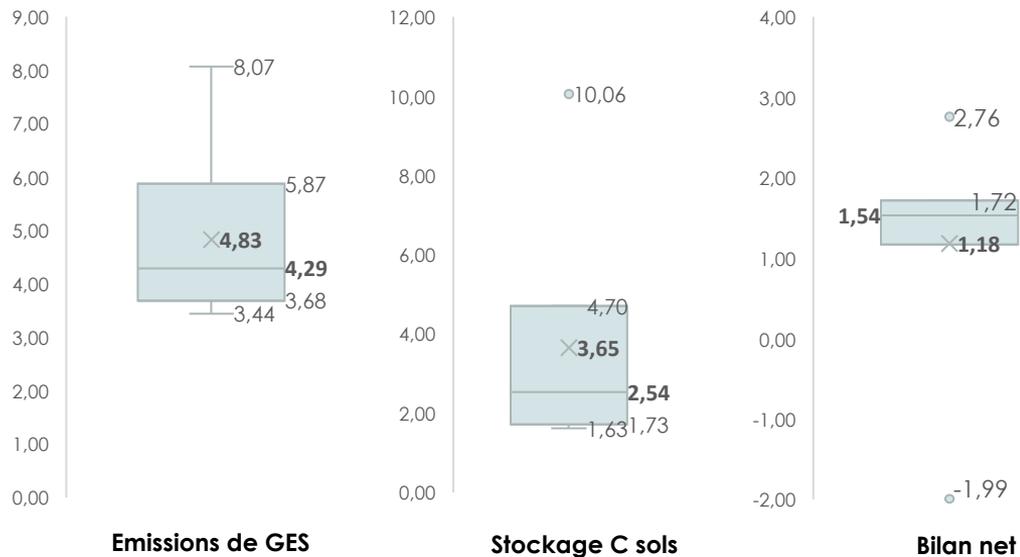
Exploitations de grandes cultures avec maïs grain alsacien



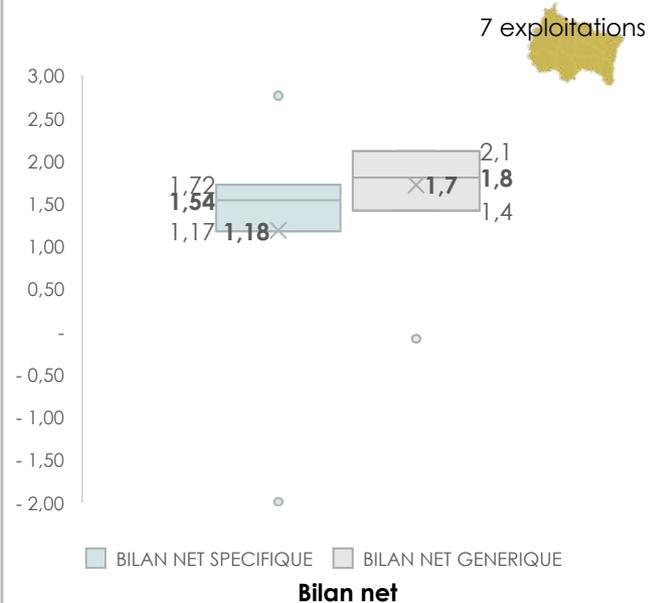
7 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en teqCO2/ha/an)



Bilan carbone moyen de la référence régionale (en teqCO2/ha/an)



Fiche technique n°4

Exploitations de grandes cultures avec maïs grain alsacien



7 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en $\text{tCO}_2\text{e/ha/an}$)



Emissions de GES



Stockage C sols



Bilan net

Légende :
Stockage négatif = déstockage
Stockage positif = stockage
Bilan négatif = stockage > émissions
Bilan positif = émissions > stockage

Les valeurs min et max indiquées sur les graphiques en jauges correspondent aux 1^{er} et 9^{ème} déciles calculés sur un échantillon de 350 exploitations ayant réalisé leur bilan carbone avec l'outil Carbon Extract.

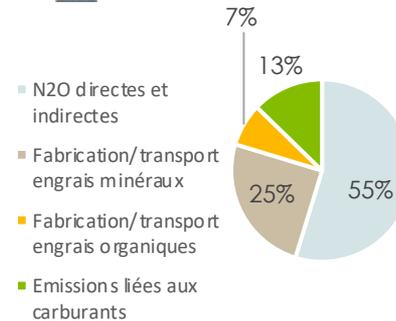
La moyenne des émissions de GES des exploitations est de 4,83 $\text{tCO}_2\text{e/ha/an}$ [3,44 à 8,07].

La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un stockage de 3,65 $\text{tCO}_2\text{e/ha/an}$, cependant cette moyenne couvre une forte variabilité de situations [1,63 à 10,06] liée aux caractéristiques des sols (teneurs en argile, calcaire, teneur en C org initiale), des systèmes de culture et les pratiques culturales mises en œuvre. 100 % des exploitations stockent du carbone. La quantité importante de biomasse produite par la culture de maïs grain explique en partie ce stockage.

La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de 1,18 $\text{tCO}_2\text{e/an}$.



Profil des émissions de GES



Le poste le plus émetteur concerne les émissions de N_2O au champ (directes et indirectes) qui pèsent pour 55 % des émissions de GES de cette typologie. La fabrication et le transport des engrais minéraux et organiques comptent pour 32 % des émissions.

Fiche technique n°4

Exploitations de grandes cultures avec maïs grain alsacien



3 exploitations
avec projet



Projets de transition bas-carbone envisagés

Leviers mobilisés par :



Réduction de la
volatilisation

33% des exploitations



Intégrer dans la rotation
des cultures à bas niveau
d'azote

33% des exploitations



Augmenter la
surface des
intercultures

33% des exploitations

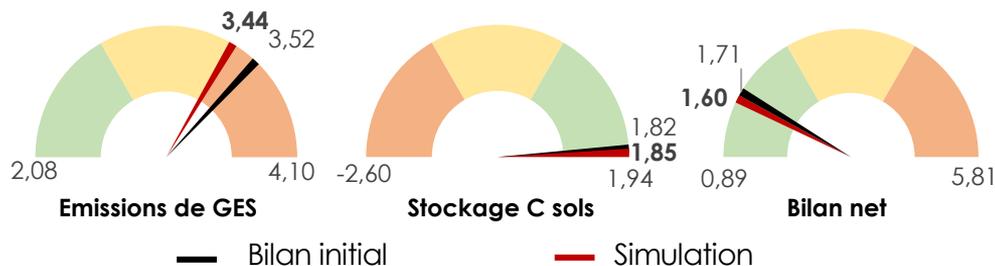


Augmenter la
restitution des
résidus de culture

33% des exploitations



Impact des projets sur le bilan carbone (en teqCO₂/ha/an)



Coût des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets - 2 exploitations*	27,4 €/ha/an [8,9 ; 45,4]
Crédits carbone potentiels (spécifique)	0,09 crédits/ha/an
Crédits carbone potentiels (générique)	0,26 crédits/ha/an
Coût moyen du crédit carbone 1 exploitation*	93,4 €/ teq CO₂

*Seule une partie des exploitations ayant réalisé un projet ont fait un calcul détaillé du coût de leur projet

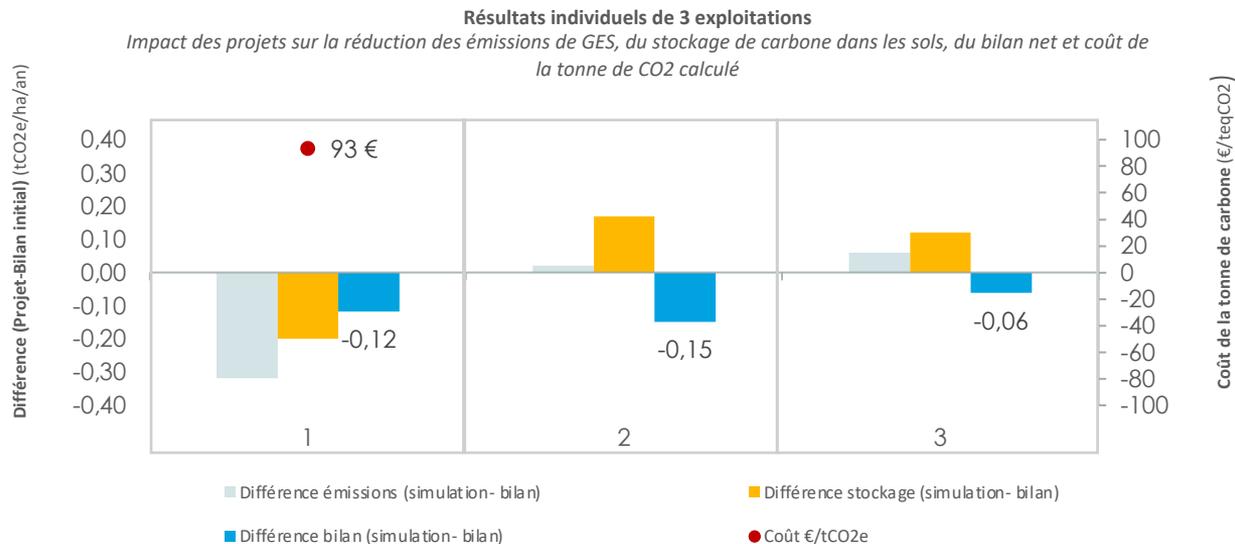
* Les exploitations qui génèrent moins de 0,11 CC/ha ont été exclues

Fiche technique n°4

Exploitations de grandes cultures avec maïs grain alsacien



3 exploitations
avec projet



Les projets envisagés par les 3 exploitations de cette typologie permettent une réduction du bilan net modérée, comprise entre 0,06 et 0,15 teqCO₂/ha/an. La 1^{ère} exploitation est distincte des deux autres : elle a engagé des leviers pour réduire les émissions de GES mais leur impact est contrebalancé par un déstockage de carbone dans les sols. Les deux suivantes parviennent à augmenter le stockage de carbone dans les sols mais cela est contrebalancé par des émissions de GES plus élevées. Le coût de la tonne de CO₂ calculé pour l'exploitation 1 est de 93 €/teqCO₂ tandis que pour les deux suivantes dont les crédits carbone/ha sont < 0,11 après application des rabais, le coût de la tonne de CO₂ est de 270€/ teqCO₂ et 1770€/teqCO₂.



Fiche technique n°5

Exploitations de polyculture-élevage

Fiche technique n°5

Exploitations de polyculture-élevage



5 exploitations



Carte d'identité de l'échantillon

- SAU moyenne : **241 ha** dont **76 %** en grandes cultures
- **40 %** des exploitations de l'échantillon possèdent une SAU comprise entre 100 et 300 ha
- Pas d'exploitation en HVE ou en agriculture de conservation des sols
- **1,6** système de culture en moyenne sur l'exploitation
- Type de sol majoritaire :
 1. Argile limoneuse(40%)* et Limon argileux (40%)** :

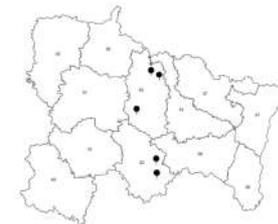
*argile = 361 g/kg, calcaire = 6,5 g/kg, carbone organique = 38,4 g/kg

**argile = 280,5 g/kg, calcaire = 17 g/kg, carbone organique = 18,3 g/kg

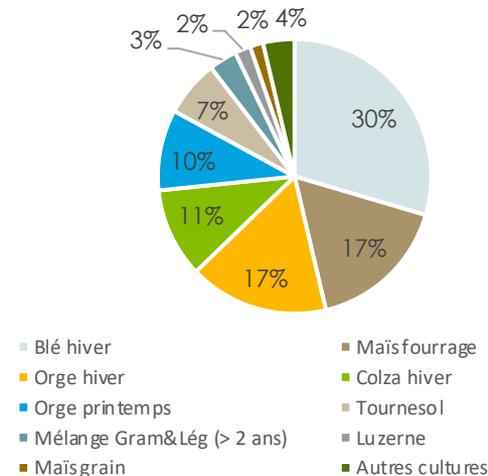


Pratiques agricoles

- En moyenne **8** cultures dans l'assolement
- Rendement moyen en blé tendre : **75 q/ha**
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **146 uN/ha** [120;200] dont 60 % apportée sous forme d'ammonitrate, 36 % sous forme de solutions azotée, 2 % sous forme d'urée et 1% sous une autre forme
- **35 %** de la surface cultivée avec des intercultures pour une biomasse moyenne produite estimée à **0,5 tMS/ha**
- **5 %** de la surface en légumineuses ou protéagineux dont 2 % de luzerne
- **100 %** des exploitations utilisent des engrais organiques dont le principal engrais organiques utilisé : 1. fumier de bovin (22 t/ha en moyenne) 2. compost de fumier (sauf volaille) (6 t/ha en moyenne)



Assolement moyen



Fiche technique n°5

Exploitations de polyculture-élevage

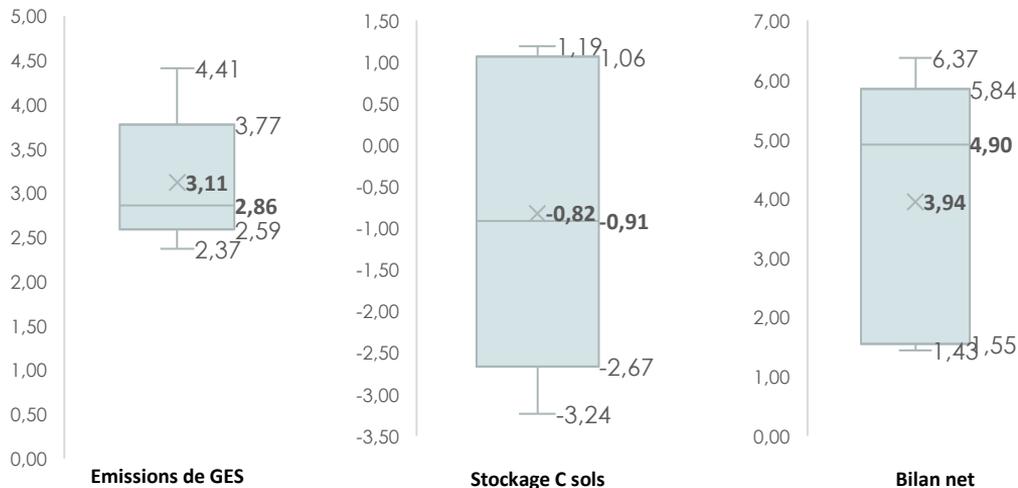


5 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$)

Résultats uniquement sur l'atelier grandes cultures des exploitations



Bilan carbone moyen de la référence régionale (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$)

2 exploitations



2 exploitations ont calculé leur référence générique. Les résultats obtenus en termes de bilan net sont les suivants :

Exploitation 1 :

Bilan net spécifique = 1,67 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$

Bilan net générique = 0,74 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$

Exploitation 2 :

Bilan net spécifique = 6,37 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$

Bilan net générique = 4,43 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$

Fiche technique n°5

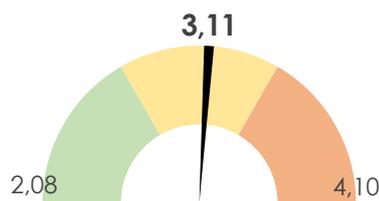
Exploitations de polyculture-élevage



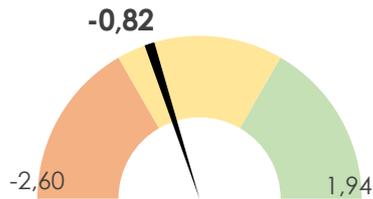
5 exploitations



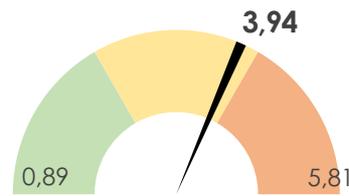
Bilan carbone moyen du groupe (en $\text{teqCO}_2/\text{ha/an}$)



Emissions de GES



Stockage C sols



Bilan net

Légende :

Stockage négatif = déstockage
Stockage positif = stockage
Bilan négatif = stockage > émissions
Bilan positif = émissions > stockage

Les valeurs min et max indiquées sur les graphiques en jauges correspondent aux 1^{er} et 9^{ème} déciles calculés sur un échantillon de 350 exploitations ayant réalisé leur bilan carbone avec l'outil Carbon Extract.

Les résultats présentés ici portent uniquement sur l'atelier grandes cultures des exploitations de polyculture-élevage.

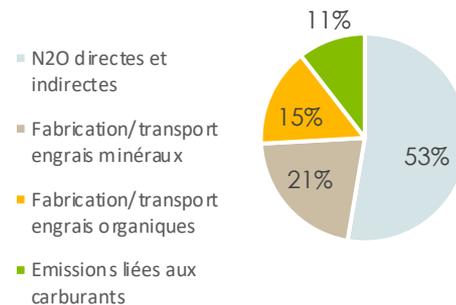
La moyenne des émissions de GES des exploitations est de 3,11 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha/an}$ [2,37 à 4,41].

La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un déstockage de 0,82 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha/an}$ soit 820 kg $\text{CO}_2\text{e}/\text{ha/an}$, cependant cette moyenne couvre une forte variabilité de situations [-3,24 à 1,19] liée aux caractéristiques des sols (teneurs en argile, calcaire, teneur en C org initiale), des systèmes de culture et les pratiques culturales mises en œuvre. En effet, 40 % des exploitations parviennent à stocker du carbone.

La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de 3,94 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{an}$.



Profil des émissions de GES



Le poste le plus émetteur concerne les émissions de N₂O au champ (directes et indirectes) qui pèsent pour 53 % des émissions de GES de cette typologie. La fabrication et le transport des engrais minéraux et organiques comptent pour 36 % des émissions.

Fiche technique n°5

Exploitations de polyculture-élevage



2 exploitations
avec projet



Projets de transition bas-carbone envisagés

Leviers mobilisés par



Augmenter la
biomasse des
intercultures

100% des exploitations



Augmenter la surface
des intercultures

50% des exploitations



Inhibiteurs de
nitrification

50% des exploitations



Augmenter les apports
organiques

50% des exploitations



Réduction de la
volatilisation

50% des exploitations

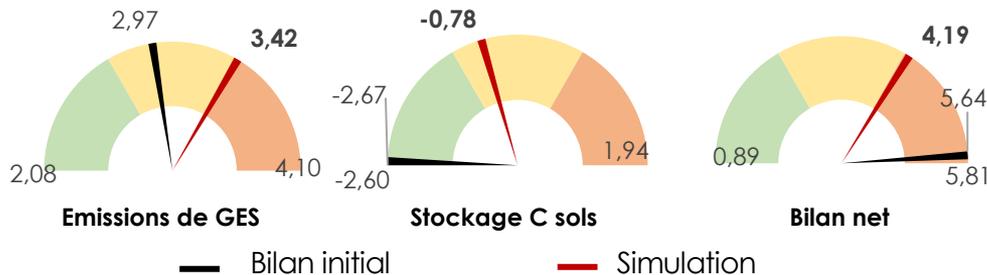


Intégrer dans la rotation des
cultures à bas niveau d'azote

50% des exploitations



Impact des projets sur le bilan carbone (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$)



Coût des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets	51,2 €/ha/an [34,9 ; 67,4]
Crédits carbone potentiels (spécifique)	1,04 crédits/ha/an
Crédits carbone potentiels (générique)	- crédits/ha/an
<i>0 exploitation (sur 1 avec un calcul à la référence générique)</i>	
Coût du crédit carbone	51,4 €/teq CO ₂ [35,8 ; 66,8]

Fiche technique n°5

Exploitations de polyculture-élevage



2 exploitations
avec projet



Résultats individuels de 2 exploitations

Impact des projets sur la réduction des émissions de GES, du stockage de carbone dans les sols, du bilan net et coût de la tonne de CO₂ calculé



Les projets envisagés par les 2 exploitations de cette typologie permettent une réduction du bilan net, assez élevée, comprise entre 1,41 et 1,47 teqCO₂/ha/an. Ces deux exploitations activent toutes les 2 des leviers leur permettant d'augmenter significativement le stockage de carbone dans les sols. Ces effets sont cependant contrebalancés par une légère augmentation des émissions de GES.

Le coût de la tonne de CO₂ calculé pour ces 2 exploitations est compris entre 36 et 67 €/ teqCO₂.



Fiche technique n°6

Exploitations en Agriculture de
Conservation des Sols

Fiche technique n°6

Exploitations en ACS



13 exploitations



La typologie ACS est composée d'exploitations des précédentes typologies présentées : 8 exploitations de la typologie cultures céréalières et 5 de la typologie cultures industrielles.



Carte d'identité de l'échantillon

- SAU moyenne : **194 ha** dont **94 %** en grandes cultures
- **85 %** des exploitations de l'échantillon possèdent une SAU comprise entre 100 et 300 ha
- **8 %** en HVE ou **100 %** agriculture de conservation des sols
- **2,4** systèmes de culture en moyenne sur l'exploitation
- Types de sol majoritaires :

1. Limon argileux (31%) :

argile = 264 g/kg, calcaire = 39,3 g/kg, carbone organique = 18 g/kg

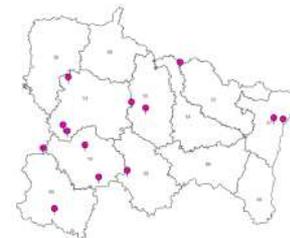
2. Cranette (23%) :

argile = 210,7 g/kg, calcaire = 716,7 g/kg, carbone organique = 20 g/kg

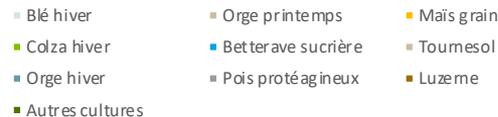
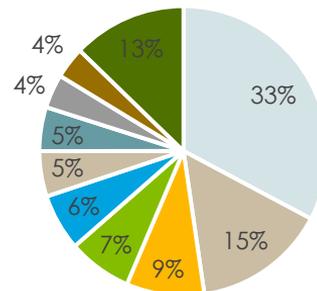


Pratiques agricoles

- En moyenne **8** cultures dans l'assolement
- Rendement moyen en blé tendre : **77 q/ha**
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **128 uN/ha** [90;177] dont 33 % sous forme d'ammonitrate, 52 % sous forme de solution azotée, 9 % sous forme d'urée et 5 % sous une autre forme
- **40 %** de la surface cultivée avec des intercultures pour une biomasse moyenne produite estimée à **1,7 tMS/ha**
- **11 %** de la surface en légumineuses ou protéagineux dont 4 % de luzerne et 4% de pois protéagineux
- **77 %** des exploitations utilisent des engrais organiques dont les principaux sont :
 1. Lisier de porc (25 t/ha en moyenne),
 2. fumier bovin (23 t/ha en moyenne),
 3. vinasse concentrée (3 m3/ha)



Assolement moyen



Fiche technique n°6

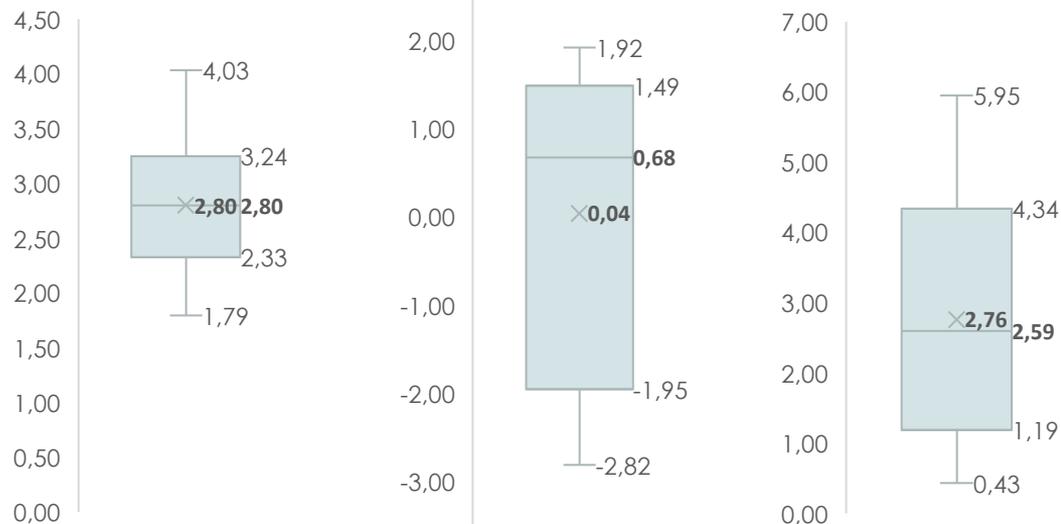
Exploitations en ACS



13 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en teqCO2/ha/an)



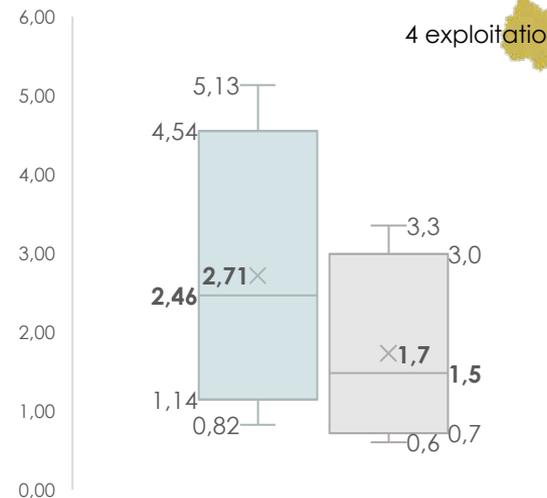
Emissions de GES

Stockage C sols

Bilan net



Bilan carbone moyen de la référence régionale (en teqCO2/ha/an)



4 exploitations

■ BILAN NET SPECIFIQUE ■ BILAN NET GENERIQUE

Bilan net

Fiche technique n°6

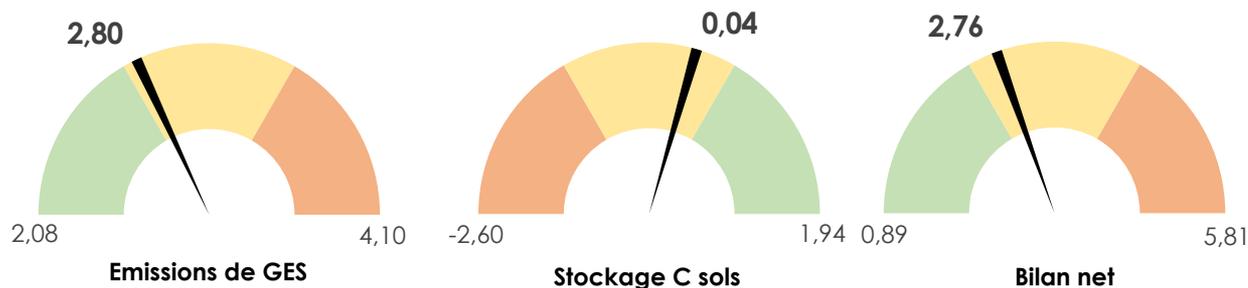
Exploitations en ACS



13 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$)



Légende :

Stockage négatif = déstockage

Stockage positif = stockage

Bilan négatif = stockage > émissions

Bilan positif = émissions > stockage

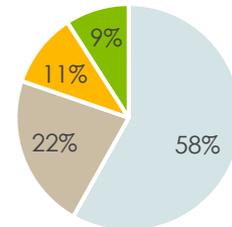
Les valeurs min et max indiquées sur les graphiques en jauges correspondent aux 1^{er} et 9^{ème} déciles calculés sur un échantillon de 350 exploitations ayant réalisé leur bilan carbone avec l'outil Carbon Extract.

La moyenne des émissions de GES des exploitations en ACS est de 2,80 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ [1,79 à 4,03]. C'est inférieure à la moyenne des exploitations (3,28 $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$). La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un stockage de 0,04 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$, cependant cette moyenne couvre une forte variabilité de situations [-2,82 à 1,92] liée aux caractéristiques des sols (teneurs en argille, calcaire, teneur en C org initiale), des systèmes de culture et les pratiques culturales mises en œuvre. En effet, 69% des exploitations parviennent à stocker du carbone. La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de 2,76 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{an}$.



Profil des émissions de GES

- N2O directes et indirectes
- Fabrication/transport engrais minéraux
- Fabrication/transport engrais organiques
- Emissions liées aux carburants



Le poste le plus émetteur concerne les émissions de N2O au champ (directes et indirectes) qui pèsent pour 58 %. La fabrication et le transport des engrais minéraux et organiques comptent pour 33% des émissions.

Fiche technique n°6

Exploitations en ACS



3 exploitations
avec projet



Projets de transition bas-carbone envisagés

Leviers mobilisés par



Inhibiteurs de nitrification

33% des exploitations



Réduction de la volatilisation

67% des exploitations



Intégrer dans la rotation des cultures à bas niveau d'azote

33% des exploitations



Augmenter la biomasse des intercultures

33% des exploitations



Augmenter les apports organiques

33% des exploitations



Augmenter la restitution des résidus de culture

33% des exploitations

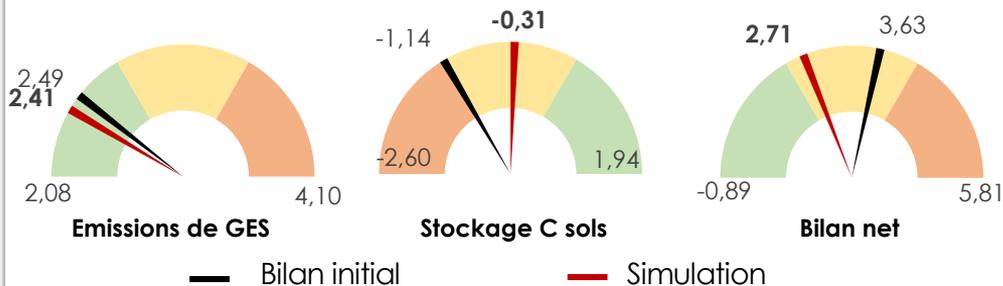


Réduire la consommation de carburant

33% des exploitations



Impact des projets sur le bilan carbone (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$)



Coût des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets* **20,4 €/ha/an** [8,6 ; 32,1]
2 exploitations

Crédits carbone potentiels (spécifique) **0,73 crédits/ha/an**

Crédits carbone potentiels (générique)
1 exploitations (sur 1 avec un calcul générique) **0,15 crédits/ha/an**

Coût moyen du crédit carbone* **33,8 €/teq CO₂** [21 ; 46,7]
2 exploitations

* Seule une partie des exploitations ayant réalisé un projet ont estimé le coût de leur projet

Fiche technique n°6

Exploitations en ACS

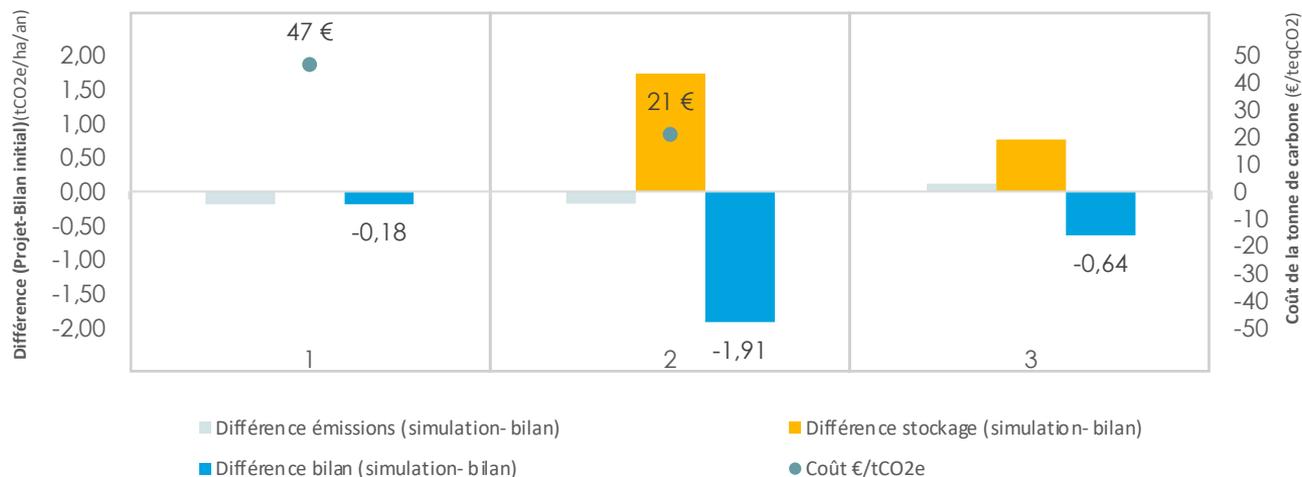


3 exploitations
avec projet

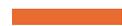


Résultats individuels de 3 exploitations

Impact des projets sur la réduction des émissions de GES, du stockage de carbone dans les sols, du bilan net et coût de la tonne de CO₂ calculé



Les projets envisagés par les 3 exploitations de cette typologie permettent des réductions de bilan net assez variable comprise entre 0,18 et 1,91 teqCO₂/ha/an. Les deux exploitations qui ont une réduction de bilan net importante activent toutes les 2 des leviers leur permettant d'augmenter le stockage de carbone dans les sols. Le coût de la tonne de CO₂ calculé pour ces 2 exploitations est compris entre 21 et 47 €/teqCO₂ (informations non disponible pour la 3^{ème} exploitation).



Fiche technique n°7

Les 10 projets de transition les plus efficaces pour améliorer le bilan carbone

Fiche technique n°7

10 projets de transition les plus efficaces pour améliorer le bilan carbone



10 exploitations



La typologie des 10 meilleures transitions est composée d'exploitations des précédentes typologies présentées : 8 exploitations de la typologie cultures céréalières et 2 de polyculture-élevage.



Carte d'identité de l'échantillon

- SAU moyenne : **175 ha** dont **83 %** en grandes cultures
- **60 %** des exploitations de l'échantillon possèdent une SAU comprise entre 100 et 300 ha
- **0 %** en HVE et **10 %** en agriculture de conservation des sols
- **1,5** système de culture en moyenne sur l'exploitation
- Types de sol majoritaires :
 1. Argile limoneuse(40%)

argile = 356 g/kg, calcaire = 27 g/kg, carbone organique = 26,6 g/kg

2. Limon argileux (20%)*, argilo-calcaire (20%)** et limon-crayeux (20%***)

**argile = 288,5 g/kg, calcaire = 25,5 g/kg, Corg = 27,8 g/kg*

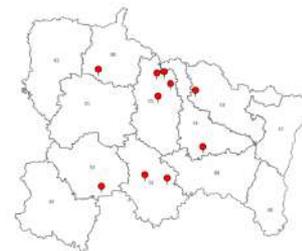
***argile = 401,5 g/kg, calcaire = 316 g/kg, Corg = 27,6 g/kg*

****argile = 139,9 g/kg, calcaire = 339,5 g/kg, Corg = 19,3 g/kg*

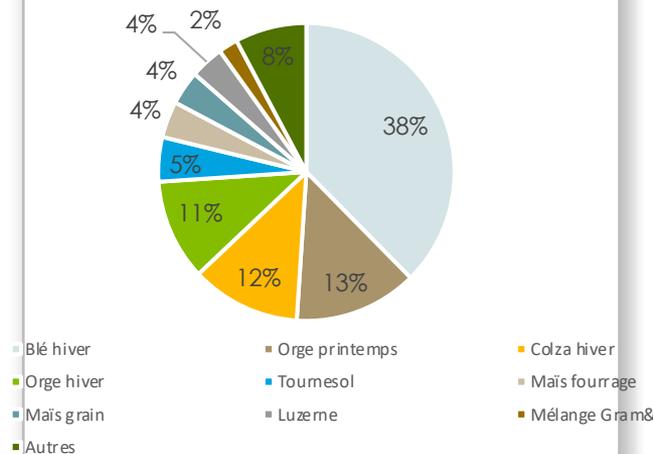


Pratiques agricoles

- En moyenne **7,5** cultures dans l'assolement
- Rendement moyen en blé tendre : **74 q/ha**
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **141 uN/ha** [103;185] dont 41 % apportée sous forme d'ammonitrate, 53 % sous forme de solutions azotées, 1 % sous forme d'urée et 5% sous une autre forme
- **32 %** de la surface cultivée avec des intercultures pour une biomasse moyenne produite estimée à **0,6 tMS/ha**
- **9 %** de la surface en légumineuses ou protéagineux dont 4 % de luzerne et 2 % en mélange graminées et légumineuses
- **90 %** des exploitations utilisent des engrais organiques dont le principal engrais organiques utilisé : 1. fumier de bovin (18 t/ha en moyenne) 2. compost de fumier (sauf volaille) (4 t/ha en moyenne)



Assolement moyen



Fiche technique n°7

10 projets de transition les plus efficaces pour améliorer le bilan carbone

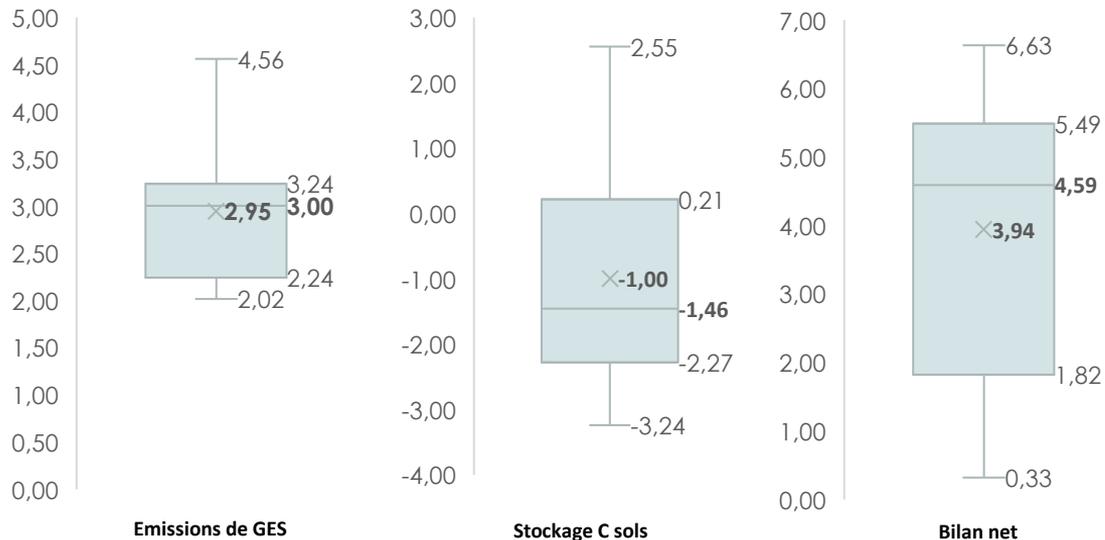


10 exploitations

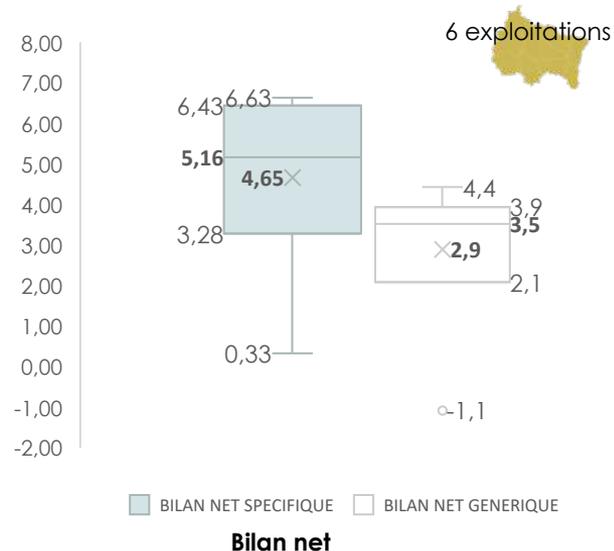


Bilan carbone moyen du groupe (en teqCO2/ha/an)

Résultats uniquement sur l'atelier grandes cultures des exploitations



Bilan carbone moyen de la référence régionale (en teqCO2/ha/an)



Fiche technique n°7

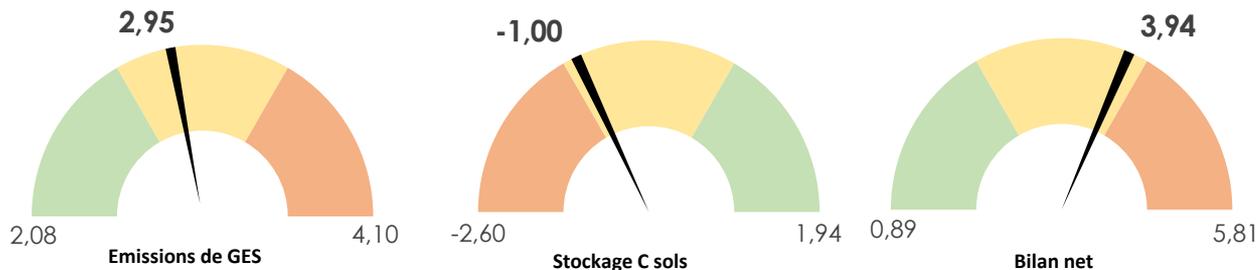
10 projets de transition les plus efficaces pour améliorer le bilan carbone



10 exploitations



Bilan carbone moyen du groupe (en $\text{teqCO}_2/\text{ha/an}$)



Légende :

Stockage négatif = déstockage

Stockage positif = stockage

Bilan négatif = stockage > émissions

Bilan positif = émissions > stockage

Les valeurs min et max indiquées sur les graphiques en jauges correspondent aux 1^{er} et 9^{ème} déciles calculés sur un échantillon de 350 exploitations ayant réalisé leur bilan carbone avec l'outil Carbon Extract.

La moyenne des émissions de GES des exploitations est de 2,95 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ [2,02 à 4,56].

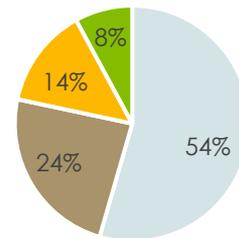
La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un déstockage de 1 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$, cependant cette moyenne couvre une forte variabilité de situations [-3,24 à 2,55] liée aux caractéristiques des sols (teneurs en argile, calcaire, teneur en C org initiale), des systèmes de culture et les pratiques culturales mises en œuvre. En effet, 40 % des exploitations parviennent à stocker du carbone.

La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de 3,94 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$.



Profil des émissions de GES

- N2O directes et indirectes
- Fabrication/transport engrais minéraux
- Fabrication/transport engrais organiques
- Emissions liées aux carburants



Le poste le plus émetteur concerne les émissions de N₂O au champ (directes et indirectes) qui pèsent pour 54 % des émissions de GES de cette typologie. La fabrication et le transport des engrais minéraux et organiques comptent pour 38 % des émissions.

Fiche technique n°7

10 projets de transition les plus efficaces pour améliorer le bilan carbone



10 exploitations
avec projet



Projets de transition bas-carbone envisagés

Leviers mobilisés par



Réduction dose
d'azote

20% des exploitations



Inhibiteurs de
nitrification

10% des exploitations



Réduction de la
volatilisation

50% des exploitations



Intégrer dans la
rotation des cultures à
bas niveau d'azote

80% des exploitations



Augmenter l'azote produit
par les intercultures

30% des exploitations



Augmenter la
biomasse des
intercultures

90% des exploitations



Augmenter la surface
des intercultures

60% des exploitations



Augmenter les
apports organiques

30% des exploitations



Augmenter la
restitution des résidus
de culture

40% des exploitations

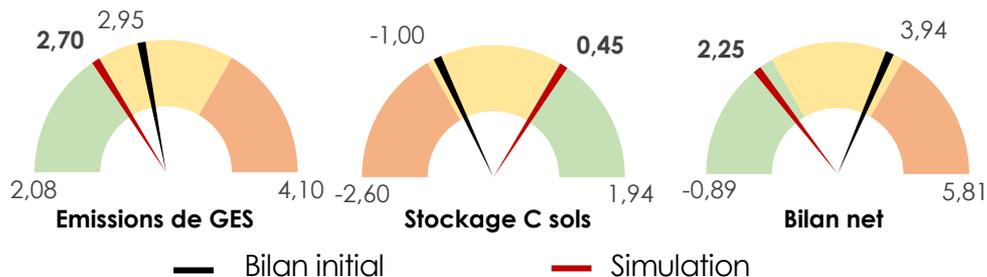


Réduire la consommation
de carburant

20% des exploitations



Impact des projets sur le bilan carbone (en teqCO₂/ha/an)



Coût des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets* 9
exploitations

61,4 €/ha/an [24,3 ; 128,3]

Crédits carbone potentiels (spécifique)

1,38 crédits/ha/an

Crédits carbone
potentiels (générique)
4 exploitations (sur 9 avec un calcul générique)

0,17 crédits/ha/an

Coût moyen du crédit carbone* 9
exploitations

51,2 €/ teq CO₂ [19,8 ; 98,5]

*Seule une partie des exploitations ayant réalisé un projet ont fait un calcul détaillé du coût de leur projet

Fiche technique n°7

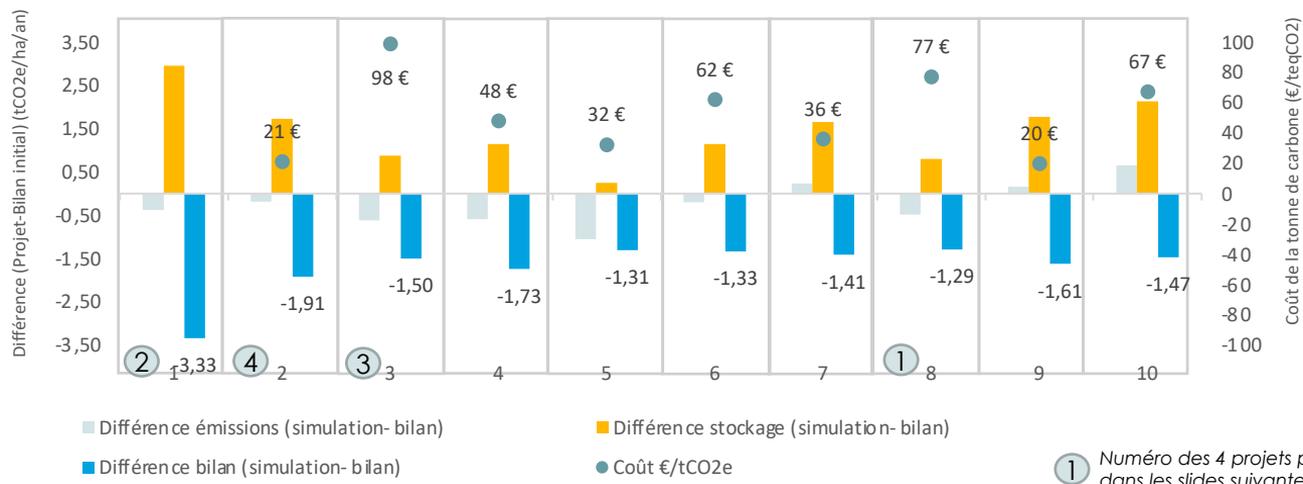
10 projets de transition les plus efficaces pour améliorer le bilan carbone



10 exploitations
avec projet



Résultats individuels de 10 exploitations
Impact des projets sur la réduction des émissions de GES, du stockage de carbone dans les sols, du bilan net et coût de la tonne de CO₂ calculé



Les projets envisagés par les 10 exploitations de cette typologie permettent des réductions du bilan net les plus importantes de l'échantillon, comprises entre 1,29 et 3,33 teqCO₂/ha/an. Parmi les 10 exploitations, 9 activent des leviers leur permettant d'augmenter significativement le stockage de carbone dans les sols. A l'inverse, une exploitation diminue de manière plus importante ses émissions en comparaison à son stockage et parvient à atteindre une réduction du bilan net de 1,31 teqCO₂/ha/an. Le coût de la tonne de CO₂ pour la 1^{ère} exploitation n'est pas disponible, pour les 9 autres exploitations ce coût est compris entre 20 et 99 €/ teqCO₂.

Fiche technique n°7

Intensité des leviers mobilisés dans au sein des 10 exploitations



10 exploitations
avec projet



EMISSIONS DE GES

Fertilisation azotée minérale

(impactée par plusieurs leviers : réduction des doses, intégration de légumineuses dans la rotation, changement de forme, augmentation de l'azote produit par les intercultures)



Dose moyenne par ha de surface cultivée
10 exploitations

BILAN

141 uN/ha

PROJET

113 uN/ha



Forme de l'azote
(% uN appliquée)

Ammonitrate

41%

63%

Solution azotée

53%

20%

Urée (avec inhibiteur)

1%

12%

Autres

5%

5%



Réduction du travail du sol
2 exploitations

84 l/ha

60 l/ha



Proportion de légumineuses dans la rotation
10 exploitations

9%

13%

STOCKAGE DE CARBONE



Augmentation des surfaces en intercultures

(cultures intermédiaires et dérobées)
10 exploitations

BILAN

32%

PROJET

44%



Améliorer la biomasse des intercultures

(cultures intermédiaires)
10 exploitations

0,6 tMS/ha

2,6 tMS/ha

Fiche technique n°7

Motivations et contextes associés à 4 projets de transition



10 exploitations
avec projet



Projet 1

Un projet global de transition motivé par l'incitation économique du Label bas-carbone

Le projet de transition de l'agriculteur cible l'amélioration de la biomasse des intercultures longues et l'augmentation des surfaces en intercultures courtes. Il souhaite également planter de nouvelles haies en plus de celles déjà présentes sur l'exploitation.

Certains leviers ciblés dans le projet comme l'intégration de légumineuses telles que les lentilles, le changement de la forme d'azote en passant à l'ammonitrate permettent également de réduire les doses d'azote minéral sur l'ensemble du système.

La mise en place de ces leviers est motivée par l'incitation économique permise par le label bas-carbone et la vente des crédits carbone, sans laquelle l'agriculteur n'aurait pas envisagé l'ensemble de ces leviers. Cependant, les prix de la tonne de CO2 actuelle et le contexte du marché sont des freins à son engagement potentiel dans une mise en œuvre concrète.



Projet 2

Un projet de transition bas-carbone couplé à un projet de méthanisation

Une majeure partie des leviers envisagés dans le projet de cet agriculteur sont couplés à son projet de méthanisation comme l'implantation de CIVE (Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique) et l'augmentation de la biomasse produite par les intercultures, ou encore l'augmentation des apports organiques grâce à la production de digestat brut. L'exploitant souhaite investir dans un matériel d'épandage adapté qui permet la réduction de la volatilisation des apports organiques. L'intégration de CIVE dans la rotation amène une réflexion sur les cultures principales qui suivent et l'introduction de nouvelles cultures à plus faibles besoin en azote comme le tournesol.

En complément de ces leviers, la sensibilisation de l'agriculteur à la transition bas-carbone l'amène également à envisager des leviers tels que le changement de la forme de l'azote (passage à l'ammonitrate) et la réduction des doses d'azote engendrée par ces changements de formes.

Fiche technique n°7

Motivations et contextes associés à 4 projets de transition



10 exploitations
avec projet



Projet 3

Un projet de transition bas-carbone en adéquation avec un passage vers l'agriculture de conservation des sols

L'agriculteur est sensibilisé à la transition bas-carbone de son exploitation. Il a déjà engagé une démarche de réduction du travail du sol et a la volonté de passer en Agriculture de Conservation des Sols. Les leviers qu'il souhaite mobiliser sont liés à son ambition de transition en ACS. Il souhaite notamment introduire des cultures à faibles besoin en azote comme de la luzerne dans sa rotation, culture également implantée dans un objectif de réduction du temps de travail et de qualité de vie de l'exploitant. Son projet cible aussi la mise en place de couverts permanents de légumineuses (trèfle) notamment dans ses cultures céréalières, qui permettra une augmentation de la biomasse restituée au sol et la réduction des doses d'azote sur les céréales. Le coût estimé de cette transition est supérieur à la rémunération potentielle liée aux crédits carbone (au prix de vente actuel).



Projet 4

Un projet de transition bas-carbone motivé par un changement de pratiques avec un passage en ACS dans un contexte de reprise d'exploitation

L'agriculteur est engagé dans une transition en Agriculture de Conservation des Sols qu'il souhaite poursuivre grâce à la rémunération potentielle permise par le label bas-carbone.

Les leviers mobilisés par l'agriculteur sont l'augmentation de sa surface de prairies temporaires ainsi que l'augmentation de la surface en orge de printemps, tournesol et colza. Ces derniers permettent une implantation d'intercultures supplémentaires tout en amenant une diminution des surfaces en cultures d'hiver, ce qui engendre une réduction des doses d'azote à l'échelle du système. L'agriculteur souhaite également travailler à l'augmentation de la biomasse des intercultures et restituer l'ensemble des pailles des cultures annuelles. Une réduction des doses d'azote sur blé est également envisagée grâce à l'utilisation de biostimulant. Enfin, la réduction du travail du sol permet une réduction de la consommation de carburant.

Le coût de mise en œuvre de ces leviers serait potentiellement compensé par la vente de crédits carbone via le Label bas-carbone.

Retours d'expériences et perspectives pour la suite des projets

FREINS

- Difficulté à mobiliser les agriculteurs et à les engager dans ces démarches : « *Soit les agriculteurs sont sensibles à ce que ça peut rapporter soit ils sont sensibles d'un point de vue technique agronomique* »
- Difficulté à comprendre les dynamiques de stockage de carbone dans les sols modélisées sur les exploitations
- Potentiel économique parfois limité en considérant le seul label bas-carbone comme rémunération par rapport aux coûts et investissements nécessaires à la transition
- Contraintes de suivi et administratives importantes
- Risques et incertitudes sur l'atteinte des objectifs et des pratiques visées dans les projets (par exemple sur l'augmentation de la biomasse des intercultures fortement liée au contexte climatique)
- Difficulté à se projeter dans des transitions sur 5 ans pour les agriculteurs

OPPORTUNITES

- La démarche de transition bas-carbone doit s'appuyer sur des projets de transition globale des exploitations comme l'agriculture de conservation des sols ou la méthanisation qui répondent à des objectifs agronomiques, techniques et économiques pour l'agriculteur et permettent d'abaisser le coût de mise en place des pratiques
- Commencer par engager les agriculteurs sensibles aux enjeux de la transition bas-carbone ou aux enjeux d'amélioration de la qualité de sols pour faire tache d'huile sur les territoires « *La nouvelle génération a une envie d'évoluer.* »
- Un engagement des structures de conseil pour sensibiliser et accompagner les agriculteurs à comprendre les enjeux et engager la transition bas-carbone

Les haies

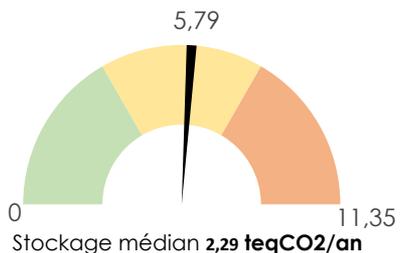
Le stockage de carbone ne rentre pas en compte dans les calculs des bilans carbone des précédentes fiches présentées (résultats de l'atelier grandes cultures dépendant de la méthode label bas-carbone grandes cultures). Cette partie se concentre sur les résultats du stockage des haies qui dépend de la méthode label bas-carbone haies. Les 3 exploitations qui mobilisent le levier implantation de haies dans leur projet de transition n'avaient aucune haie sur l'exploitation au bilan initial.



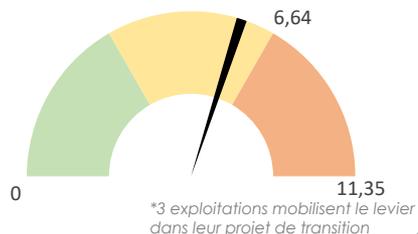
Caractéristiques des haies

- Proportion d'exploitations avec des haies : 19%
- Types de haies majoritaires sur les exploitations :
 1. Haie arbustive (36%)
 2. Haie de futaie (23%)
 3. Haie de colonisation (23%)
- Mètres linéaires de haies médian : 1430 mètres

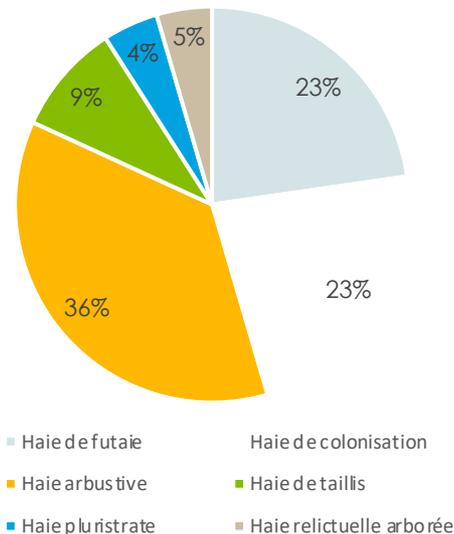
Résultat moyen du stockage des haies au bilan initial (en teqCO₂/an)

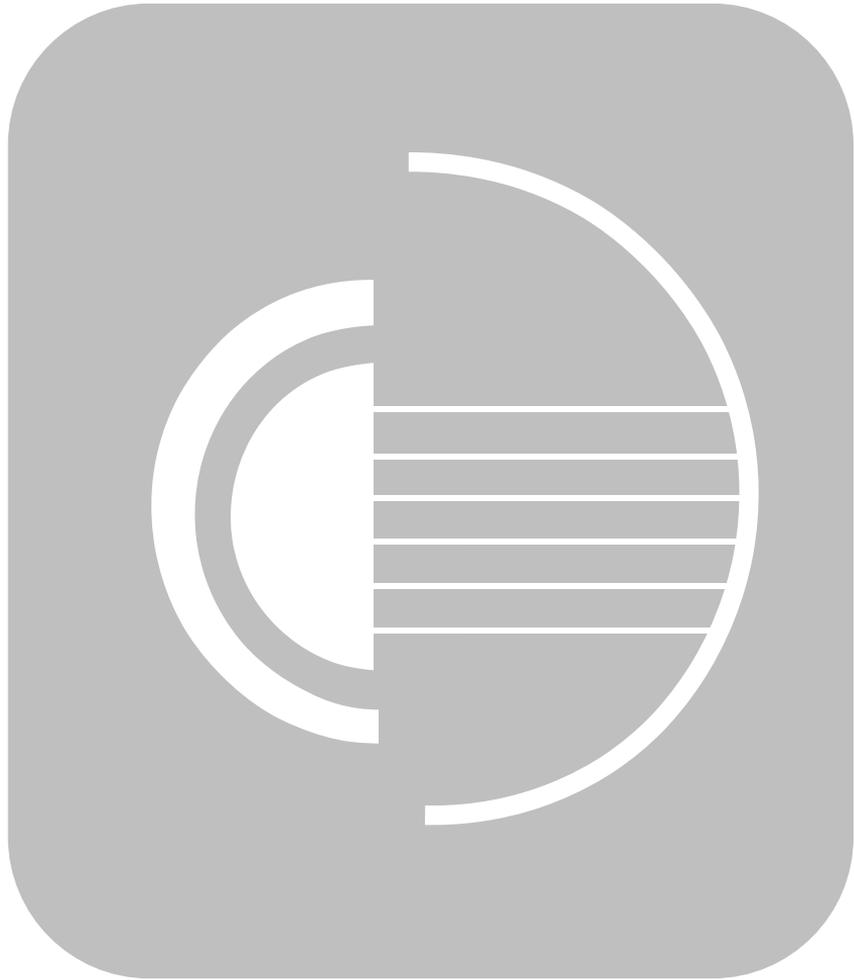


Stockage apporté par le levier implantation de haies dans le projet* (en teqCO₂/an)



Types de haie sur les exploitations au bilan initial



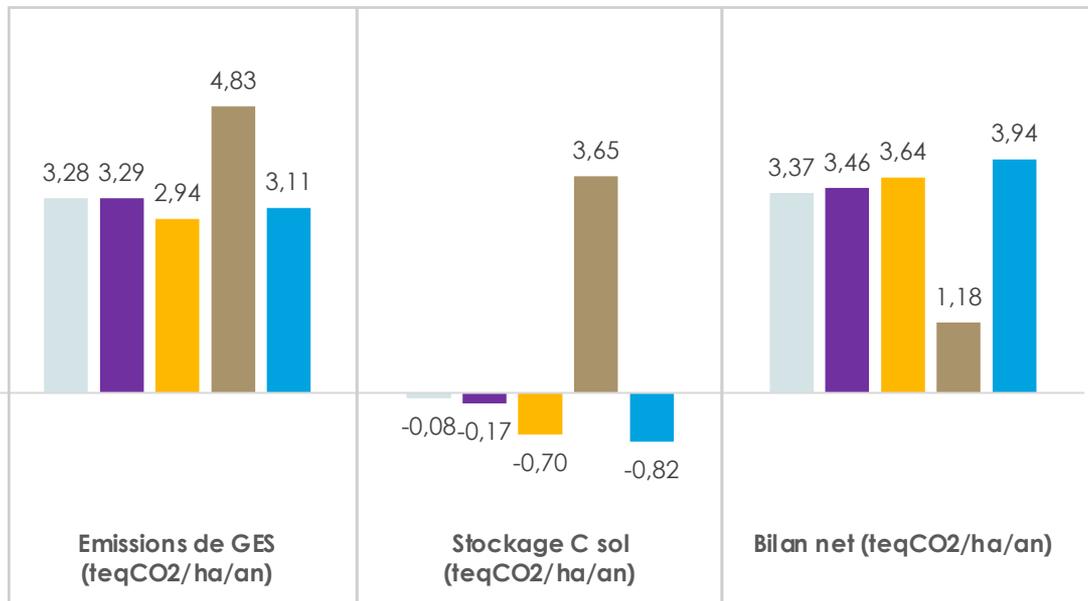


6

**Synthèse et
conclusion**

Synthèse

Comparaison des performances (bilan GES, émissions par postes...) des différentes typologies d'exploitations



- (1) Toutes exploitations - 88 exploitations
- (3) Céréales - 30 exploitations
- (5) Polyculture-élevage - 5 exploitations

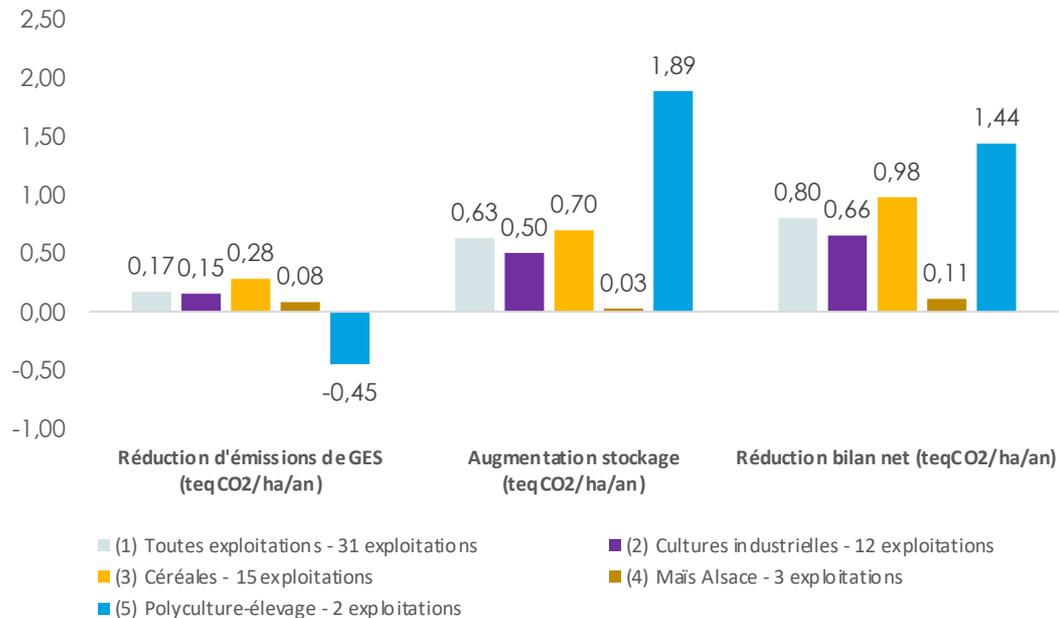
- (2) Cultures industrielles - 46 exploitations
- (4) Maïs Alsace - 7 exploitations

En termes d'émissions brutes de GES, les typologies ont **un bilan moyen d'environ 3,3 teqCO₂/ha/an**. La typologie 3 (céréalières) est la moins émettrice et la typologie 4 (maïs grain) la plus émettrice. Les doses d'azote minérales apportées à l'hectare sont corrélées à ces niveaux d'émissions brutes.

En termes de stockage de C dans les sols, toutes les typologies sont en moyennes déstockantes à l'exception de la typologie 4. Cela est plus marqué pour les typologies 3 et 5. Cela peut être expliqué notamment car la typologie 5 qui a les sols dont la teneur initiale en carbone organique est la plus élevée (26 g/kg comparé à 19 g/kg en moyenne). De part sa rotation principalement; basée sur le maïs grain avec beaucoup de retours de biomasse au sol, la typologie 4 est la seule typologie « stockante ».

Synthèse

Trajectoires bas-carbone envisagées dans les projets des différentes typologies d'exploitations



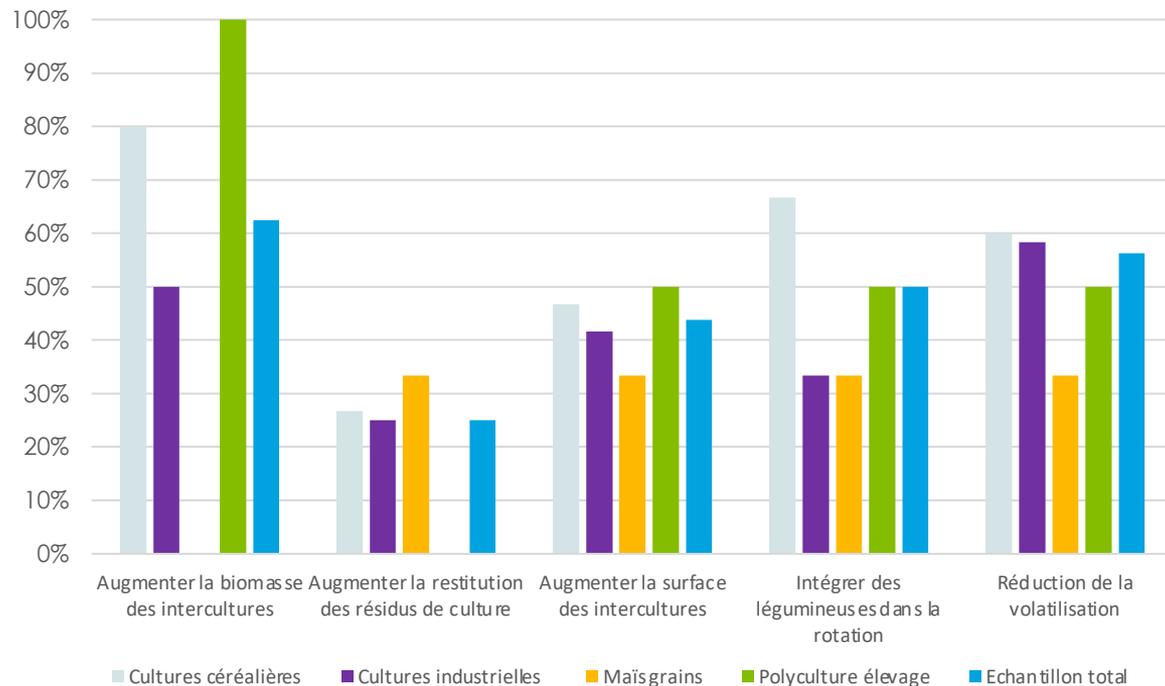
Les leviers les plus mobilisés par les exploitations dans les projets de transition sont l'augmentation de la biomasse et de la surface en interculture, la réduction de la volatilisation de l'azote et la diversification de la rotation avec des légumineuses.

Les leviers actionnant l'augmentation de biomasse ou de surface des intercultures ont ainsi tendance à améliorer l'axe stockage de carbone dans les sols dans quasiment toutes les typologies pour une augmentation moyenne du stockage de carbone dans les sols de **0,63 $\text{teqCO}_2/\text{ha/an}$** . Cet effet est d'autant plus marqué pour les typologies qui déstockent fortement dans leur bilan initial (typologies 3 et 5).

L'axe réduction des émissions de GES est également travaillé dans les exploitations via l'actionnement des leviers **comme la réduction de la volatilisation de l'azote et l'introduction de légumineuses dans les rotations** (à l'exception de la typologie 5). L'impact de ces leviers sur la réductions des émissions de GES est plus modéré et permet une réduction des émissions de GES en moyenne de **0,17 $\text{teqCO}_2/\text{ha/an}$** .

Synthèse

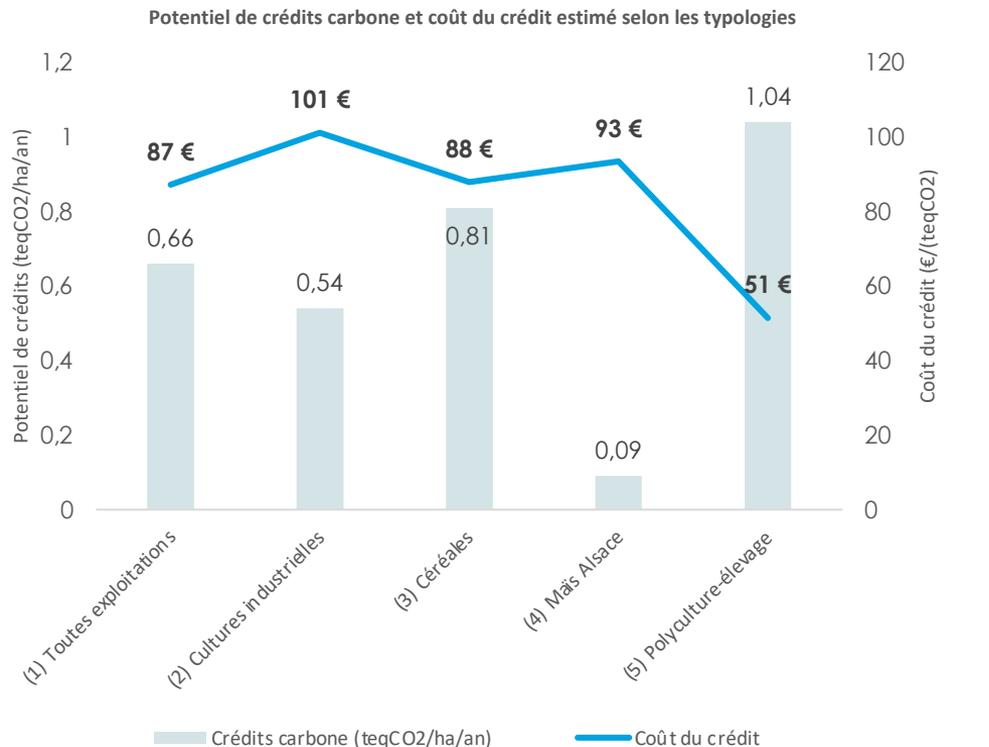
Mobilisation des 5 leviers majoritaires selon les typologies d'exploitation



Les leviers les plus actionnés par les exploitations de l'échantillon sont les leviers concernant les intercultures (augmentation des biomasses produites et des surfaces), l'intégration de légumineuses dans les rotations et la réduction de la volatilisation.

Il y a peu de différences significatives du niveau d'actionnement des leviers entre typologies.

Synthèse



Le potentiel de crédits carbone moyens (toutes exploitations confondues qui ont défini un projet) est de **0,66 teqCO₂/ha/an** selon le scénario de référence spécifique.

Selon les typologies, le prix moyen de la tonne de CO₂ varie de **51 à 101 €/teqCO₂ pour une moyenne de 86 €/teqCO₂**. Cette évaluation exclut les projets à faible potentiel de crédits (<0,11 teqCO₂/ha/an) car ramenés à la tonne de CO₂, ils génèrent des coûts très élevés, difficilement comparables à des projets plus efficaces.

Il convient de rappeler que le coût estimé de la tonne de CO₂ n'est pas l'unique clé de décision pour statuer sur un engagement dans un projet, notamment label bas-carbone. En effet, un ensemble de leviers complémentaires aux crédits peuvent accompagner la transition des agriculteurs (transition agronomique, compléments de rémunération par subventions, primes filières...) et doivent rentrer en ligne de compte dans la décision de l'agriculteur.

Conclusion



Plus de 100 exploitations diagnostiquées dans le cadre du projet CarbonThink dont **88 diagnostics valorisés** au sein de cette synthèse.



Plus d'un tiers des 88 exploitations a défini un **projet de transition bas-carbone**.



Création de **7 fiches technique** au total dont **4 concernent des typologies d'exploitation** en fonction de leur système de production et **3 des analyses approfondies sur des groupes** : l'échantillon complet, les exploitations en ACS et les 10 projets de transition les plus vertueux.



Les fiches ont pour objectif d'apporter des repères techniques et économiques aux conseillers agricoles et aux agriculteurs de la Région Grand Est pour développer la sensibilisation et l'engagement des agriculteurs dans ces transitions.



POUR PLUS D'INFORMATIONS

etienne.lapierre@terrasolis.fr

www.terrasolis.fr