

AGRICULTURE BAS-CARBONE : QUEL POTENTIEL POUR LA TRANSITION CLIMATIQUE DES FERMES, ET QUELLES MOTIVATIONS DES AGRICULTEURS ? QUELLES CONCLUSIONS POUR ACCELERER LA TRANSITION CLIMATIQUE DE LA FERME FRANCE ?

Analyse de la 1ère étude menée en conditions réelles et à grande échelle sur l'évaluation du potentiel de réduction d'émissions et de stockage de carbone.

Etude complète

Janvier 2023





Agrosolutions est un cabinet d'expertise-conseil spécialiste de la transition environnementale de l'agriculture. Ses 45 ingénieurs agronome spécialisés en agronomie et environnement accompagnent tous les acteurs de la chaîne de valeur agricole : des agro-fournisseurs pour la création de solutions innovantes et leur évaluation aux industriels de l'agroalimentaire pour la conception de démarches de progrès mesurées et conformes aux standards internationaux, en passant par les territoires et les institutions, sans oublier les coopératives agricoles. Sur le volet carbone, nous rédigeons des méthodes pour mesurer l'impact climatique de l'agriculture, dont celles validées au Label bas-carbone, et nous créons les outils digitaux qui en automatisent le fonctionnement. Nous travaillons en France et à l'international avec les standards de référence (Label bas-carbone, Verra-VCS, Gold Standard, SBTi, GHG Protocol).

Agrosolutions collabore avec la recherche scientifique et les instituts techniques agricoles sur de nombreux projets de recherche et développement, nous proposons aux chercheurs de collaborer sur la valorisation de nos données de terrain.

Cette publication est la 1^{ère} d'un nouveau cycle de publications sur le carbone et l'agriculture. La prochaine publication portera sur les enjeux SBTi et GHG protocole en lien avec l'agriculture, nous y analyserons notamment les conditions et possibilités de mise en conformité de l'amont agricole avec les trajectoires du SBTi FLAG, les exigences méthodologiques du GHG Protocole Land Sector pour le reporting des réductions d'émissions et les enjeux pour l'amont agricole.

www.agrosolutions.com

I – Résumé exécutif

88 fermes de la région Grand Est ont réalisé un diagnostic carbone visant à mesurer leurs niveaux d'émissions de gaz à effet de serre¹ et de stockage de carbone dans les sols, le potentiel de transition climatique lié à des changements de pratiques², le coût et les conditions non-économiques de cette transition.

Ces diagnostics ont été réalisés dans le cadre du projet pilote européen CarbonThink³, avec pour objectif de tester un modèle économique de transition bas-carbone de cent fermes dans le Grand Est. Il s'agit de la **première étude à grande échelle** sur des exploitations agricoles de production végétales **en conditions réelles**, avec une **méthode complète** pour la mesure des variations d'**émissions** et du **stockage de carbone**. Cette note d'analyse est issue des synthèses techniques réalisées par Agrosolutions pour le projet : analyse des résultats dans leur globalité et après avoir classé les fermes en 5 catégories⁴.

Les résultats sont riches d'enseignement pour tout acteur concerné par la transition bas-carbone de l'amont agricole, entreprise, collectivité territoriale ou institution publique.

Sans surprise, la majorité des fermes sont émettrices nettes de carbone mais il existe de fortes disparités de bilan carbone et de potentiel d'amélioration d'une ferme à l'autre. L'hétérogénéité des situations de départ et du potentiel d'amélioration est globalement aussi important au sein des catégories de fermes qu'entre les catégories⁵; le type de ferme ne semble donc pas être un critère suffisant pour présumer du potentiel de transition ou de production de crédits carbone.

Le stockage de carbone dans les sols apparait comme l'élément clé de la transition : il représente, en moyenne, plus des 2/3 du potentiel d'amélioration du bilan climatique des fermes, loin devant le poste « réduction des émissions », et ce quel que soit le type de ferme concernée. C'est aussi l'angle de transition « favori » des agriculteurs puisque c'est celui à plus forte composante agronomique : stocker du carbone dans les sols améliore leur fertilité naturelle et contribue à l'adaptation au changement climatique.

Or, en agriculture il existe un lien antagoniste entre stockage de carbone et émissions de Gaz à effet de serre, cette étude le montre particulièrement et illustre toute la complexité que cela engendre lorsqu'il s'agit, en condition réelles, d'optimiser le bilan carbone d'une ferme.

Ce lien entre émissions et stockage de carbone place l'agriculture dans une position singulière parmi les secteurs clés de la lutte contre le changement climatique et pourrait justifier de lui appliquer une stratégie de transition spécifique. En effet, la doctrine qui prévaut en matière de transition climatique est de d'abord réduire, ensuite compenser les émissions résiduelles. Est-ce dû à une confusion générale entre compensation et stockage ? le fait est que, dans les recommandations climatiques formulées au secteur agricole fleurit la doctrine de d'abord réduire les émissions, ensuite stocker du carbone dans les sols. Les résultats de cette étude montrent les limites, voire le danger, d'une approche qui, en agriculture, séparerait les objectifs de réduction d'émissions et stockage de carbone.

¹ Gaz à effet de serre (GES), en agriculture : CO₂, N₂O et CH₄, exprimés en T. eq. CO₂

² Potentiels de réduction des émissions et de stockage de carbone dans les sols

³ CarbonThink est un projet Européen d'innovation, financé par le fonds européen FEADER et la Région Grand Est ; il associe Terrasolis, Agrosolutions, I4CE, Planet A et INRAE à 14 organismes de conseil agricoles du Grand Est, informations disponibles sur le site de Terrasolis : <https://www.terrasolis.fr/projets/carbonthink-financement-carbone/>

⁴ Grandes cultures céréalières, Grandes cultures industrielles, maïsiculture alsacienne, Polyculture-élevage. Une catégorie transverse « agriculture de conservation des sols » a également été créée.

⁵ A l'exception de la catégorie « Ferme maïsicole alsacienne » qui présente des résultats singulièrement différents des autres catégories.

L'approche la plus efficace pour réduire l'impact climatique de l'agriculture semblerait, selon les résultats de cette étude, de mettre l'accent sur le stockage de carbone dans les sols, à condition de mesurer en même temps la dynamique d'émissions de GES pour s'assurer que la transition soit vertueuse dans sa globalité. A l'inverse, une politique centrée sur la réduction des émissions de GES devra absolument s'assurer qu'elle ne génère pas un déstockage de carbone du sol dans des proportions plus importantes que les réductions d'émissions. Dans les deux cas il sera donc indispensable de mesurer conjointement émissions et stockage afin de s'assurer de l'efficacité climatique réelle de la transition.

La priorité à accorder au carbone du sol dans une politique climatique agricole semble d'autant plus importante que selon de récents travaux scientifiques i) la cinétique de déstockage de carbone du sol est plus élevée que celle du stockage, ii) un sol ayant subi un récent déstockage de carbone a de faibles chances de retrouver son niveau d'équilibre. Toute action générant du déstockage de carbone du sol aurait de ce fait un caractère irréversible et serait à proscrire.

Des travaux plus approfondis sont nécessaires pour être conclusifs quant à la manière d'intégrer cette relation entre les émissions et le stockage en agriculture, mais la question agronomique (et politique) sous-jacente est celle de la gestion de l'azote en grandes cultures. Sans remettre en question la nécessité des objectifs de réduction des apports azotés, il convient d'être vigilant sur les possibles externalités que cela peut avoir sur le carbone du sol et le cas échéant sur la nécessité de mesures agronomiques adaptées pour le compenser.

L'autre enseignement de cette étude concerne le coût de la transition climatique agricole, et plus largement les facteurs de motivation des agriculteurs pour la transition climatique. En pointant le coût élevé de la transition climatique pour les agriculteurs, cette étude confirme la faible attractivité des différentes formes de rémunération existantes pour la transition bas-carbone de l'agriculture. Sur le plan strictement économique les formes de rémunération de la transition bas-carbone (crédits carbone, primes filières, aides publiques) doivent monter en valeur pour rémunérer les agriculteurs à la hauteur du coût réel de leur effort, voir même bien au-delà si l'on veut en faire un véritable outil de la transition. L'enjeu pour le moment est de permettre aux agriculteurs de cumuler différentes sources de financement pour leur transition bas-carbone, et cela implique que les pouvoirs publics et/ou les standards internationaux officialisent la légalité et la conformité de ce cumul. En effet, plusieurs types de financement co-existent déjà pour le bas-carbone agricole, les deux principaux sont les crédits carbone et les primes de filières, mais les acteurs de terrain sont dans une grande confusion sur la possibilité et les conditions de leur cumul, et cela limite leur passage à l'action par peur du risque d'irrégularité.

Enfin, ces travaux révèlent qu'il existe une diversité de motivations des agriculteurs pour la transition bas-carbone qui dépasse le champ de la rémunération. Ces fondamentaux sont agronomiques et touchent à la cohérence globale du projet d'exploitation agricole, ce sont ces éléments sur lesquels appuyer la transition bas-carbone agricole et cela aussi implique d'adapter les outils politiques et financiers de la transition aux spécificités socio-économiques du secteur agricole. Comme pour toute transition sectorielle la formation, la pédagogie et la communication sont des facteurs clés de succès, ça l'est tout particulièrement pour le bas-carbone agricole. Les liens entre agriculture et climat sont complexes et les acteurs de l'amont agricole ont besoin de mieux s'appropriier les déterminants techniques mais aussi économiques, politiques et réglementaires de ce sujet.

Note :

Les études issues du projet CarbonThink, dont celle-ci, assument un prisme d'analyse « terrain ». Les choix méthodologiques autant que de présentation des résultats sont le reflet des demandes du terrain sur la manière d'appréhender la transition et d'en présenter les résultats.

Cette approche est nécessaire pour illustrer la complexité pratique de la transition lorsqu'on passe de la théorie au champ.

Toutes les exploitations agricoles du projet n'ont pas pu suivre l'expérimentation jusqu'au bout (88 ont réalisé un diagnostic, dont 33 ont poursuivi sur une simulation de l'effet lié à des changements de pratiques, parmi lesquelles 24 ont réalisé un calcul du coût), mais ces résultats sont déjà suffisants pour révéler des enjeux jusqu'ici peu mis en avant par les travaux existants.

Table des matières

I – Résumé exécutif.....	1
II – Objectifs et méthodes.....	5
III – Résultats.....	10
IV - Motivations des agriculteurs à la transition bas-carbone	17
V – Quelles conclusions pour accélérer la transition de la Ferme France.....	18
VI – Fiches techniques et Annexes	20
Fermes de cultures industrielles	21
Fermes céréalières	24
Fermes Maisicoles du Grand-Est	27
Fermes de polyculture-élevage	30
Fermes en agriculture de conservation des sols (ACS).....	33
Lien entre émissions et stockage de carbone dans les sols	36
CarbonExtract.....	37

II – Objectifs et méthodes

Une étude réalisée dans le cadre d'un projet Européen : CarbonThink, un pilote de 100 fermes en transition bas-carbone

Cette étude est issue de l'analyse de travaux réalisés dans le cadre du projet Européen CarbonThink, avec pour objectif de créer un pilote de transition bas-carbone d'une centaine d'exploitations agricoles en Région Grand Est. Parmi les travaux réalisés dans le cadre de ce projet figurent des analyses de faisabilité de la transition bas-carbone des fermes : potentiel de réduction d'émissions, de stockage de carbone et conditions économiques et techniques de la transition.

Cette étude décrypte les résultats de l'analyse du potentiel de la transition, enrichis des retours d'autres projets portés ou accompagnés par Agrosolutions sur la transition agricole et de l'expertise des consultants d'Agrosolutions.

Méthode utilisée : Méthode Grandes Cultures du Label bas-carbone

La méthode d'analyse utilisée est la méthode Grandes Cultures du Label bas-carbone, cette méthode validée par un comité scientifique indépendant est de rang « Tier 3 » selon la classification GIEC (catégorie la plus robuste pour les méthodes carbone), elle repose sur une approche par analyse de cycle de vie pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre liées aux pratiques agricoles (N₂O, CH₄ et CO₂) et sur l'utilisation d'un modèle de bilan humique de type paramétrique pour l'évaluation de la dynamique de carbone du sol. Toutes les méthodes utilisées mobilisent des données primaires à la maille de la parcelle ou du système de culture, le modèle sol est initialisé à partir de résultats d'analyses de sol.

Cette méthode est utilisée pour :

- La réalisation d'un bilan initial :
 - Émissions de gaz à effet de serre
 - Dynamique de stockage de carbone dans les différents types de sols de l'exploitation agricole,
- L'évaluation par simulation du changement d'émissions et de stockage de carbone dans les sols liés à un changement de pratiques culturales et/ou de stratégie de gestion d'exploitation agricole.

Le périmètre couvre

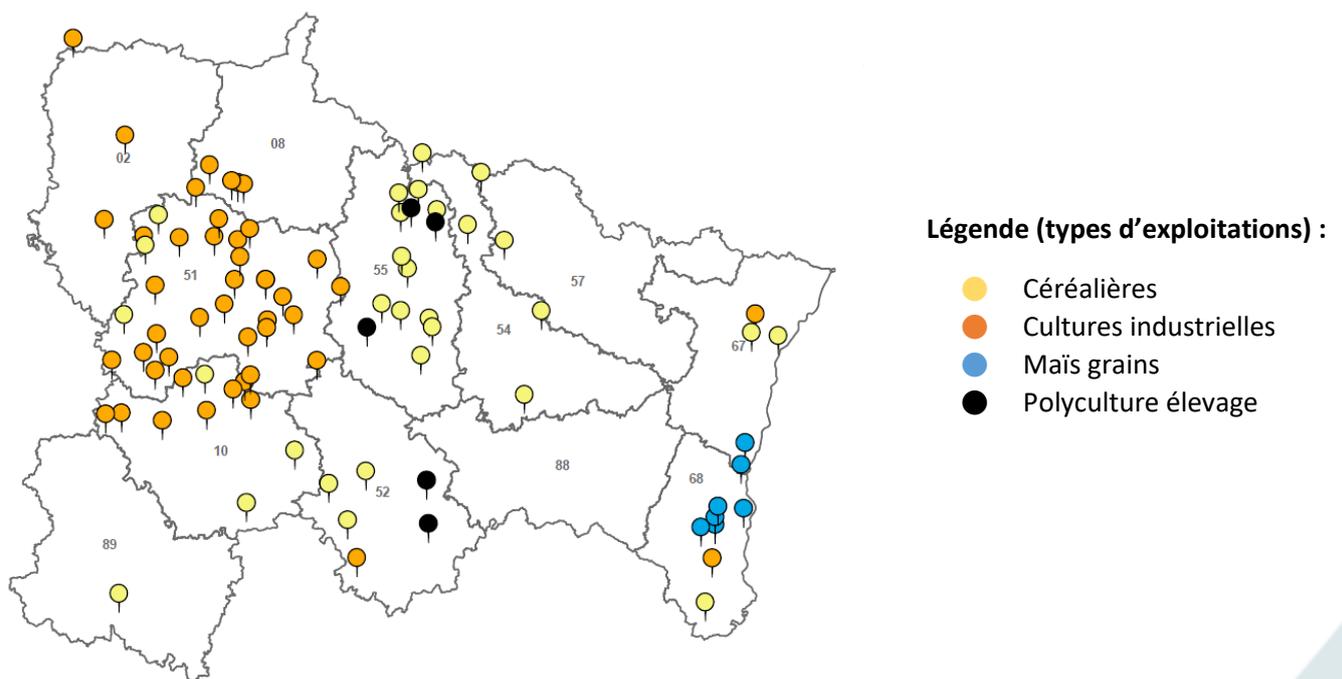
- L'ensemble des surfaces, bâtiments, infrastructures et machines de l'exploitation agricole affectés à la production végétale de grandes cultures.
- Les émissions :
 - directes : gaz à effet de serres émis sur l'exploitation agricoles via les pratiques culturales
 - indirectes : gaz à effet de serre émis lors de la fabrication et du transport des intrants, émissions liées au séchage éventuel des produits agricoles

88 fermes diagnostiquées, en conditions réelles, par leurs conseillers techniques

88 fermes de la région Grand-Est ont été diagnostiquées avec la méthode Grandes Cultures du Label bas-carbone, les diagnostics ont été réalisés par les conseillers techniques agricoles des fermes avec l'outil CarbonExtract⁶ créé et distribué par Agrosolutions pour automatiser l'usage des méthodes du Label bas-carbone. Les conseillers techniques ont été formés et accompagnés par Agrosolutions pour la réalisation des diagnostics dans le cadre du projet CarbonThink, la supervision des diagnostics a été réalisée sous coordination de Terrasolis, pilote du projet CarbonThink.

L'objectif initial était de réaliser un diagnostic suivi d'une simulation de transition sur 100 fermes. La réalité du terrain (temps de diagnostic aléatoire et parfois long, faible disponibilité des agriculteurs au moment de l'étude...), s'est traduit par un échantillon diagnostiqué plus faible que prévu sur le temps de l'étude : 88 fermes au lieu de 100. Le nombre de fermes ayant poursuivi le diagnostic par une simulation de transition de 31 (parmi 88), et 24 fermes ont réalisés une évaluation du coût de leur plan de transition.

La carte ci-dessous présente les localisations des 88 fermes diagnostiquées dans les différents départements de la région Grand Est :



Résultats mesurés : émissions de GES, stockage de carbone dans les sols et dans la biomasse (haies)

⁶ CarbonExtract automatise les méthodes du Label bas-carbone, c'est une interface digitale permettant de réaliser les diagnostics carbone, simulations de transition bas-carbone et calcul de crédits carbone des exploitations agricoles. L'outil est accessible en ligne : <https://monbilan-carbonextract.com/accueil>; une plaquette de présentation de l'outil est disponible en Annexe

Cette étude analyse les résultats suivants :

I - Diagnostic initial :

- **Émissions de gaz à effet de serre** liés aux pratiques agricoles, sur le périmètre de l'atelier Grandes cultures⁷, exprimées en T eq. CO₂ / Ha / an et représentant la somme des 3 gaz à effet de serre pris en compte sur le périmètre concerné :
 - N₂O (protoxyde d'azote),
 - CH₄ (méthane),
 - CO₂ (dioxyde de carbone)

Les figures de résultats présentent la composition de l'agrégat « T. eq. CO₂ » selon ces différents types de GES.

- Dynamique de **stockage de carbone** dans les sols
Stockage ou déstockage de carbone du sol, exprimé en T eq. CO₂ / Ha / an, pour chaque type de sol de l'exploitation agricole, sur un périmètre couvrant l'ensemble des surfaces cultivées en grandes cultures.

II - Simulation de transition : réduction d'émissions et stockage de carbone

L'étude simule l'effet de changements de pratiques sur les 2 postes impactant le bilan carbone de l'exploitation agricole⁸

- Emissions de gaz à effet de serre liées aux pratiques agricoles
- Dynamique de stockage de carbone dans les sols

La mesure de l'impact sur le bilan carbone de l'exploitation agricole est mesurée en variation de T eq. CO₂ / Ha / an : « Δ T eq. CO₂ / Ha / an ».

Conformément à la méthode Grandes Cultures du Label bas-carbone la simulation de l'effet des changements de pratiques est réalisée sur une durée de 5 ans, puis alloué en moyenne annuelle, le résultat est exprimé pour chaque poste en variation de T eq. CO₂ / Ha / an

III – Calcul du coût de la transition

Le calcul du coût de la transition est réalisé avec une méthode des « budgets partiels » (somme des variations de charges et de revenus liés à la transition) intégrée dans l'outil CarbonExtract, appliquées à la situation réelle de la ferme et calculée avec des données primaires.

- € / Ha / an
- € / T eq. CO₂ (cet indicateur peut être transformé en coût de revient du crédit carbone⁹)

IV - Freins ou motivation non économiques liés à la transition

Certains conseillers agricoles ayant réalisé les diagnostics ont remontés leurs analyses sur leurs motivations et limites associées à l'engagement dans une transition bas-carbone rémunérée avec des crédits carbone, suite au diagnostic réalisé.

⁷ Soit toute l'exploitation lorsqu'elle est 100% en grandes cultures

⁸ Hormis le stockage de carbone dans la biomasse aérienne pérenne (haies) calculés dans le projet mais non partagé dans cette étude car n'ayant pas été réalisés selon une approche suffisamment systématique.

⁹ Il faut pour cela déduire du nombre de T eq. CO₂ traduisant le bilan net d'amélioration du bilan carbone le montant des rabais provisionnés pour risques liés à l'incertitude des calculs et à la non-permanence du carbone stocké (entre 10 et 25% du résultat du bilan selon les cas).

Ces informations ont été complétées par celles dont dispose Agrosolutions dans le cadre de l'accompagnement des 250 conseillers agricoles formés en France à la réalisation de diagnostics carbone.

Note technique sur la comptabilisation du stockage de carbone dans les sols

Les sols agricoles ne sont pas en équilibre stationnaire sur le carbone mais présentent des tendances (dynamiques) stockantes ou déstockantes.

La majorité des sols agricoles français sont en **tendance déstockante** : ils libèrent du carbone du sol vers l'atmosphère¹⁰. Dans la majorité des cas, sur un sol en tendance déstockante, le recours à des pratiques agricoles permettant de stocker du carbone dans le sol aura pour effet de diminuer les émissions de carbone atmosphérique par ce sol, mais il restera déstockeur net, dans certains cas il peut devenir stockeur net. Ces mêmes pratiques agricoles appliquées sur un sol en dynamique stockante auront pour effet d'accroître la quantité de carbone stockée annuellement par ce sol.

Par convention, dans le Label bas-carbone, le poste « stockage » mesure la différence tendancielle liée au changement de pratiques : est considéré comme stockage un stockage additionnel net ou une réduction de déstockage (en valeur absolue sur la durée considérée).

Changement de pratiques simulés : refléter le potentiel réel de transition

Le choix des changements de pratiques simulés sur la transition a été réalisé par l'agriculteur, avec son conseiller technique, après que ce dernier lui ait exposé l'ensemble des changements de pratiques (ou « leviers ») possibles pour réduire les émissions et stocker du carbone.

Le choix opéré par l'agriculteur porte :

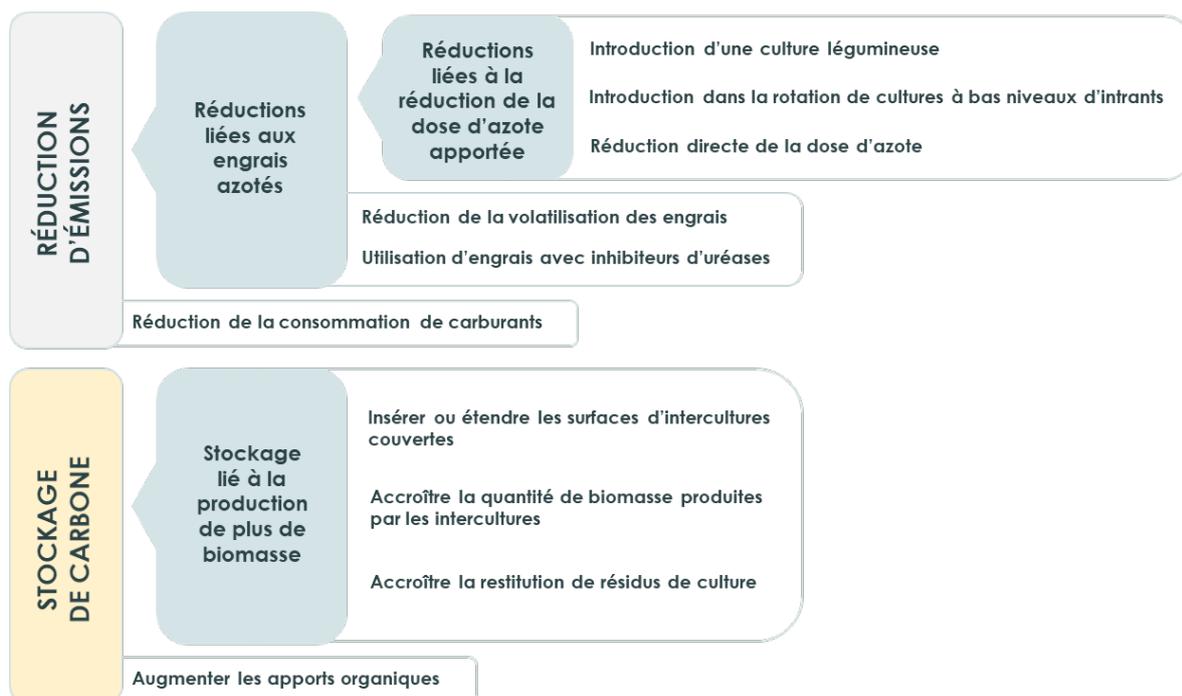
- sur la combinaison des leviers à adopter dans le cadre de sa transition
- sur le niveau d'intensité d'adoption de chacun de ces leviers,

Ces choix ont été réalisés en conformité avec :

- ce qu'il est techniquement possible de mettre en place sur l'exploitation agricole, de l'avis de l'agriculteur et de son conseiller ;
- Un niveau d'ambition « soutenu » quant aux moyens à mobiliser pour la transition.

L'objectif est que les résultats de l'exercice reflètent le potentiel réel dans les conditions actuelles « du terrain ». Le tableau ci-dessous présente les différents leviers à la disposition des agriculteurs pour réduire leurs émissions et stocker du carbone dans les sols. Ces leviers peuvent s'appliquer à l'ensemble des fermes en production végétale, il n'existe pas de différence spécifique selon les types de ferme.

¹⁰ Les sols agricoles français déstockent 18 M T. eq. CO₂ par an (Ademe).



Des résultats analysés selon plusieurs catégories de fermes

Les résultats sont présentés d'une part pour l'ensemble de l'échantillon, et d'autre part par groupe de fermes-types.

4 groupes de fermes-types ont été réalisés en discussion avec les partenaires de terrain de l'étude : ce découpage reflète des catégories d'exploitations perçues comme telles par les acteurs de terrain et répond à leur demande de voir les résultats ségrégués selon ces catégories.

La figure suivante présente les différentes catégories réalisées et le numéro de la fiche-technique où est présenté les résultats détaillés qui y correspondent.

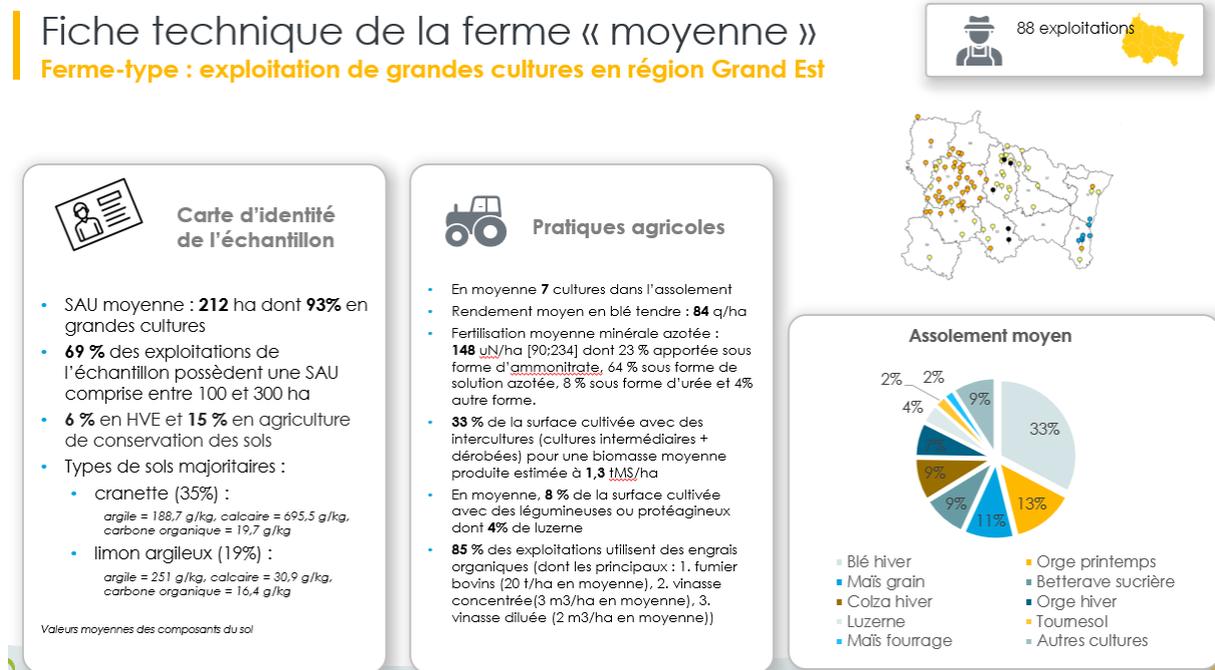


Ce découpage a été réalisé à titre informatif, afin de voir si des tendances claires se dégagent selon le type de ferme. Néanmoins le trop faible nombre de fermes dans deux catégories ne permet pas de tirer des conclusions significatives pour tous les types de fermes. Nous les présentons à titre informatif.

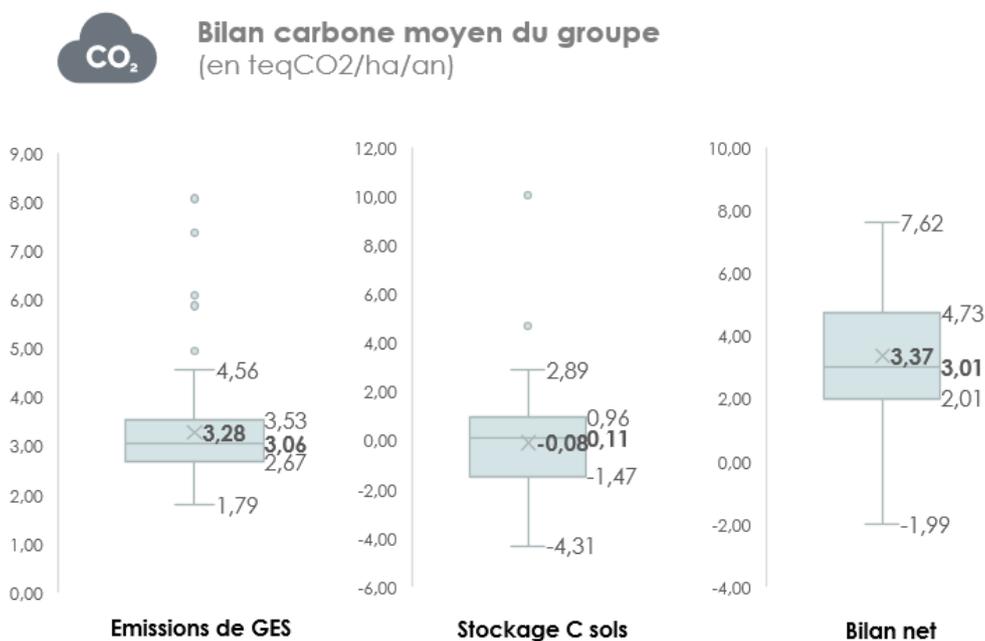
III – Résultats

Nous présentons pour commencer les résultats moyens des 88 fermes diagnostiquées en Grand Est. La « fiche technique » ci-dessous présente les caractéristiques moyennes des fermes de l'étude : une ferme céréalière du Grand Est.

Résultats des diagnostics initiaux



La figure ci-dessous représente les moyennes des résultats des différents postes du bilan carbone des 88 fermes de l'échantillon, respectivement : les émissions de GES (émissions moyennes par hectare et par an sur les différentes fermes, exprimées en T. eq. CO₂), les dynamiques de stockage de carbone dans les sols des fermes (moyennes des dynamiques de stockage ou déstockage des différentes fermes de l'étude, exprimées en T. eq. CO₂/Ha/an) et le bilan net (somme des deux premiers postes, exprimé en T. eq. CO₂/Ha/an).

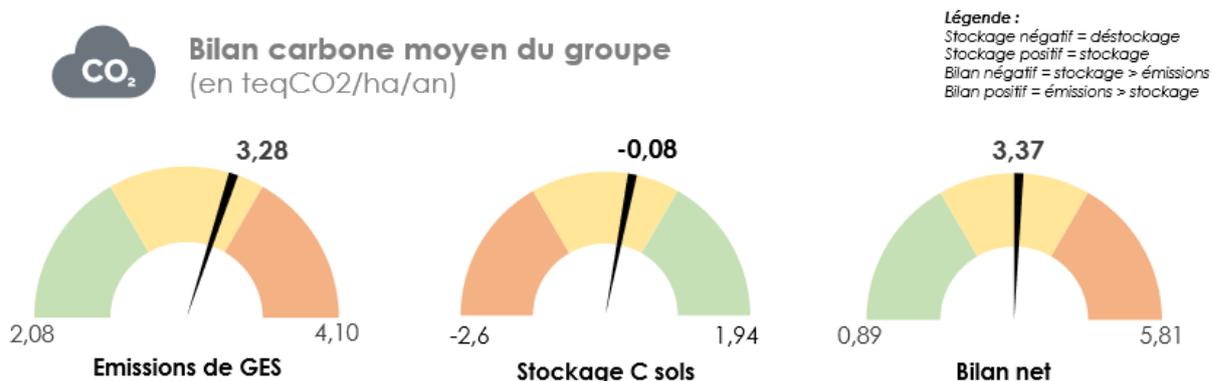


En moyenne, les émissions liées aux pratiques agricoles des fermes du Grand-Est atteignent 3,28 tonnes de « CO2 équivalent » par hectare et par an.

Les sols des exploitations agricoles échantillonnées sont, en moyenne, déstockant en carbone : ils libèrent annuellement 0,08 T. eq. CO2 par hectare et par an. La variabilité est importante d'une exploitation agricole à l'autre puisque la majorité des exploitations de l'étude (53%) ont des sols qui stockent du carbone (la médiane est à 0,11 T. eq. CO2/Ha/an) ; hors valeurs extrêmes les sols de l'échantillon sont compris entre - 4,31 et + 2,89 T. eq. CO2/Ha/an. Il n'est pas surprenant d'avoir des sols déstockant du carbone en agriculture de grandes cultures : à l'échelle française le bilan carbone des sols agricoles est de -18 MT eq. CO2 par an (les sols agricoles français sont émetteurs net de carbone dans l'atmosphère selon l'Ademe)¹¹.

La variabilité observée sur les dynamiques de stockage de carbone dans les sols n'est pas non plus surprenante : la dynamique de stockage ou déstockage de carbone d'un sol, ainsi que sa réponse en termes de stockage à un changement de pratiques culturales, dépend de nombreux paramètres et de son historique cultural. Les paramètres impliqués sont notamment le type de sol (teneurs en argile, calcaire, craie...) et le taux de matière organique initial, lequel dépend notamment de l'historique des pratiques culturales¹².

Les graphiques suivants positionnent les valeurs moyennes des différents postes du bilan carbone, dans la fourchette min/max des résultats de l'ensemble des exploitations agricoles françaises diagnostiquées avec l'outil CarbonExtract (350 exploitations diagnostiquées au moment de la réalisation de l'étude). Les résultats des fermes du Grand Est se situent globalement dans la moyenne.



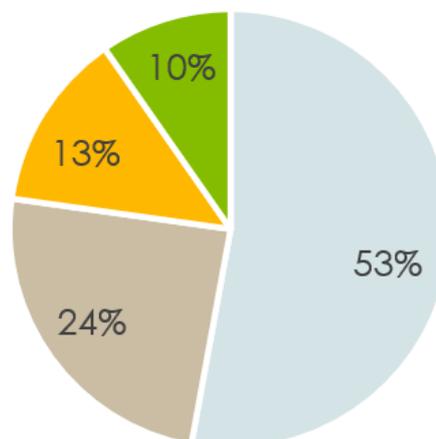
Les valeurs min et max indiquées sur les graphiques en jauges correspondent aux 1^{er} et 9^{ème} déciles calculés sur un échantillon de 350 exploitations ayant réalisé leur bilan carbone avec l'outil Carbon Extract.

¹¹ Cette réalité est souvent méconnue : les sols agricoles étant connus comme puits de carbone atmosphérique. Ils sont un puits de carbone atmosphérique en ce qu'ils absorbent chaque année du carbone de l'atmosphère via la minéralisation de la biomasse qui y pousse et y meurt, mais cette même activité de minéralisation génère également des émissions de gaz à effet de serre, et c'est le bilan net entre le carbone stocké durablement dans le sol et les émissions de gaz à effet de serre liées à l'activité de minéralisation (la respiration des micro-organismes du sol qui réalisent cette minéralisation) qui compte pour savoir si le puits de carbone est en bilan positif ou négatif. Le bilan du puits de carbone « sol agricole français » est négatif (il déstocke plus qu'il ne stocke) mais cela peut évoluer par le changement des pratiques agricoles, et ce qui compte pour sa contribution à l'atteinte de la neutralité climatique est son potentiel de stockage additionnel net, lequel est très significatif.

¹² En France, les remembrements parcellaires successifs expliquent la nature souvent très hétérogène des parcelles actuellement cultivées : elles sont le fait de ré-association de parcelles historiquement différentes et ont donc des histoires culturales différentes. Le cycle du carbone dans le sol étant très long (variations sur plusieurs décennies à plusieurs siècles suite à un changement de régime) cela explique des teneurs initiales en carbone et des dynamiques de stockage de carbone qui peuvent fortement varier d'une parcelle à l'autre, voire au sein d'une même parcelle. Ces différences sont prises en compte dans le processus de diagnostic de la méthode Grandes cultures du Label bas-carbone.

La figure ci-dessous détaille la composition des émissions de GES, les émissions directes sont celles ayant lieu sur le périmètre de l'exploitation agricole, les émissions indirectes celles ayant lieu lors des processus de fabrication et de transport des intrants.

- Emissions de N₂O liées à l'application au champs des engrais*
- Fabrication/transport engrais minéraux
- Fabrication/transport engrais organiques
- Emissions liées aux carburants



*Emissions directes et indirectes des engrais minéraux et organiques

90% des émissions liées aux pratiques agricoles sont le fait de la fertilisation (respectivement 77% pour les engrais synthétiques et 13% pour les engrais organiques), c'est un ordre de grandeur courant en production agricole de grandes cultures en France. Il est important de noter que les engrais organiques contribuent également au stockage de carbone dans les sols, cette contribution n'est pas intégrée dans le décompte des émissions présenté ci-dessus mais est présente dans le bilan du stockage de carbone du sol.

Résultats des simulations de transition

31 exploitations agricoles ont poursuivi le diagnostic initial par la réalisation d'un plan de transition bas-carbone et la simulation de son impact sur les différents postes du bilan carbone (émissions et stockage). Parmi ces 31 exploitations agricoles, 24 ont réalisé un chiffrage du coût de la transition.

Ces plans de transition ont été réalisés conformément au souhait du chef d'exploitation agricole quant aux changements de pratiques (leviers) à mettre en place (nature du levier et niveau de déploiement), après présentation par les conseillers techniques des différents leviers mobilisables.

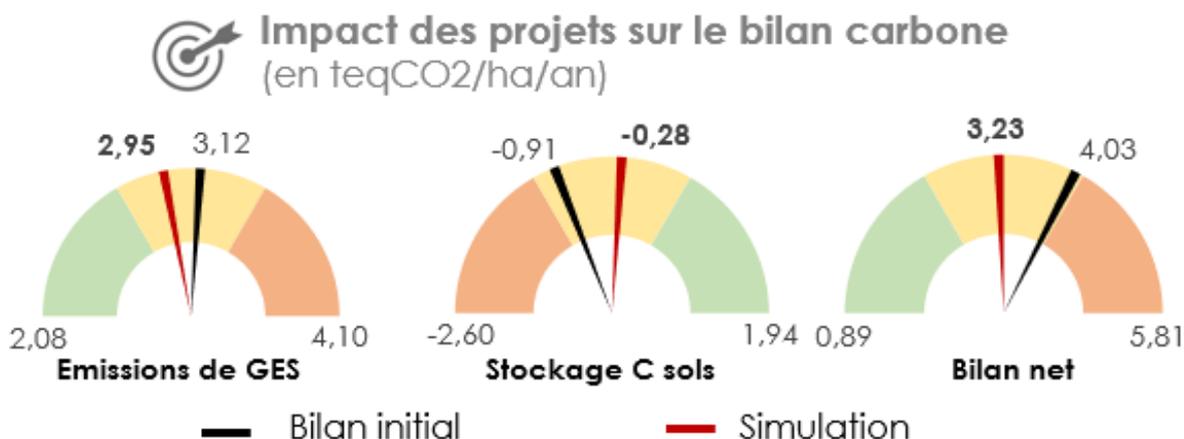
La figure suivante reprend l'ensemble des leviers proposés et leur niveau d'adoption moyen au sein de l'échantillon de fermes. Les leviers les plus couramment mobilisés sont indiqués en gras. La figure ne détaille pas l'intensité d'adoption de chaque levier dans le plan de transition de chaque ferme.

Changements de pratiques envisagés selon les fermes



La figure ci-dessous présente les résultats des transitions simulées.

Pour chaque poste du bilan carbone concernés les aiguilles rouges représentent le résultat simulé après adoption des changements de pratiques, vs. le résultat calculé au moment du bilan (aiguille noire).



Selon les simulations, les plans de transition des exploitations agricoles permettent une réduction moyenne des émissions de GES de 3,12 à 2,95 T. eq. CO₂ / Ha / an, soit - 0,17 T. eq. CO₂ / Ha / an ; un stockage de carbone¹³ de 0,37 T. eq. CO₂ / Ha / an ; soit une amélioration moyenne du bilan net de l'exploitation agricole de 0,8 T. eq. CO₂ / Ha / an.

¹³ Accroissement moyen du stockage de carbone ou une réduction du déstockage

Note : les valeurs moyennes représentées par l'aiguille noire sont celles des diagnostics initiaux des 31 fermes ayant par la suite réalisé une simulation de transition, elles sont différentes des valeurs moyennes indiquées plus haut qui sont celles de l'intégralité de l'échantillon des 88 fermes.

Fait marquant : l'importance du stockage de carbone

Le poste « stockage de carbone » est le plus contributif à l'amélioration du bilan carbone de l'exploitation agricole. Ce résultat est conforme aux tendances qui se dégagent de l'ensemble des diagnostics carbone réalisés avec CarbonExtract ailleurs en France (méthode Grandes Cultures du Label bas-carbone). Cela est à prendre en compte dans les choix politiques à opérer pour orienter la transition climatique de l'agriculture française, si l'objectif est de réduire le bilan carbone de la « Ferme France ».

Coûts des projets

Les coûts associés aux changements de pratiques agricoles des plans de transition ont été évalués afin d'obtenir les coûts de revient de l'amélioration de la performance climatique des exploitations agricoles.

Les valeurs moyennes calculées à partir de ces résultats de coûts de revient sont présentées ci-dessous.



Coûts des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets*	50,3 €/ha/an [3,4 ; 236,4]
Crédits carbone potentiels (spécifique)	0,66 crédits/ha/an
Coût moyen du crédit carbone** 18 exploitations	87,1 €/ T eq. CO2 [7,4 ; 314]

*24 exploitations

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

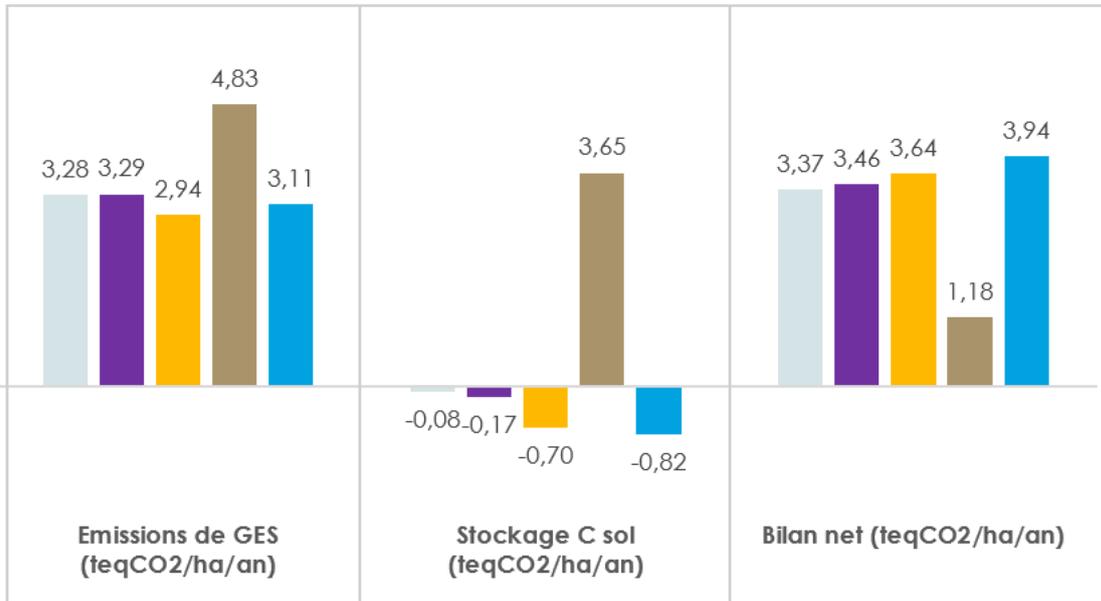
Note : Les calculs n'ont pas pu être réalisés sur l'ensemble des fermes ayant simulés un plan de progrès, et les résultats de calculs de coûts des projets générant moins de 0,11 CC/ha/an ont été exclus. Le nombre de cas où le calcul a pu être réalisé est indiqué en italique, les résultats ne représentent donc pas les valeurs moyennes réelles pour l'ensemble du groupe mais constituent une information représentative de la réalité et conforme avec les évaluations réalisées sur d'autres projets en France avec l'outil CarbonExtract.

Les valeurs présentées entre crochets sont les extremums des valeurs calculées : elles traduisent une **forte variabilité du coût de revient de la transition bas-carbone** d'une ferme à une autre. Cette diversité est le fait d'une part de la réalité de situations initiales très variables entre les fermes, donc de potentiel de transition, d'autre part de résultats très variables d'une ferme à l'autre quant à l'effet des changements de pratiques.

Synthèse des résultats par type d'exploitation

Nous présentons ci-dessous les résultats agrégés des différentes catégories de fermes de l'étude, les résultats détaillés sont présentés dans les fiches techniques de l'annexe de cette étude.

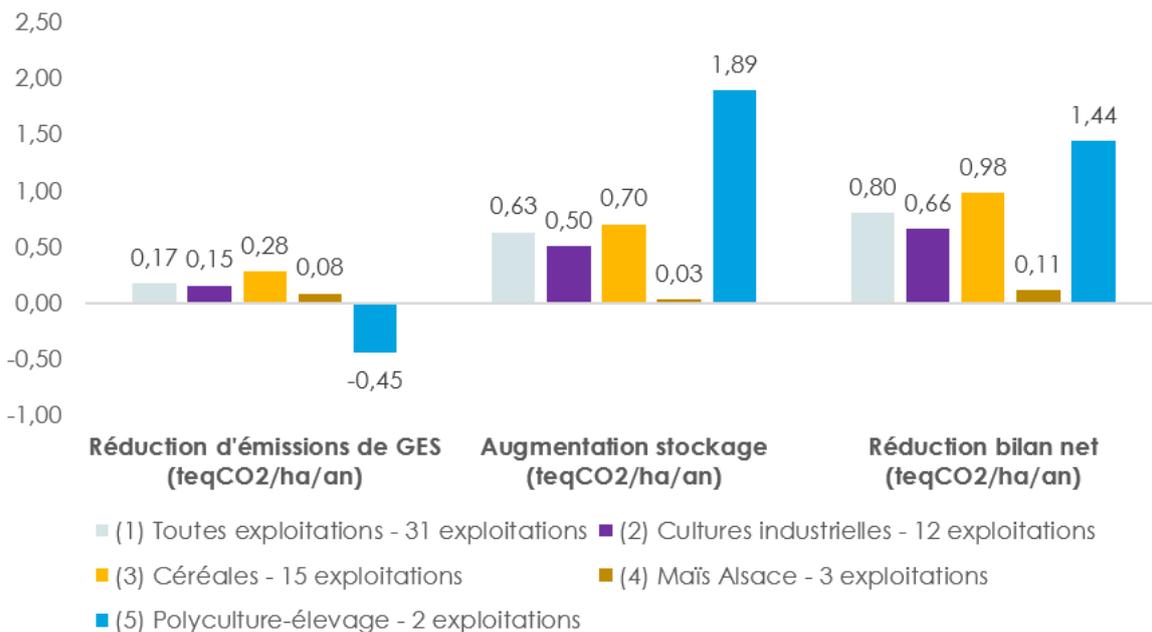
Comparaison des performances des différents compartiments du bilan carbone pour les différentes typologies d'exploitations



- (1) Toutes exploitations - 88 exploitations
- (2) Cultures industrielles - 46 exploitations
- (3) Céréales - 30 exploitations
- (4) Maïs Alsace - 7 exploitations
- (5) Polyculture-élevage - 5 exploitations

Commentaire : seul le profil « exploitation maïsicole alsacien » présente une différence significative par rapport au reste du groupe : c'est à la fois le profil le plus émetteur de GES et le plus stockant en carbone du sol, la performance très significative en stockage de carbone confère à ces exploitations un bilan carbone nettement inférieur à celui des autres exploitations agricoles. Toutes les exploitations agricoles sont émettrices nettes de gaz à effet de serre, conformément à la tendance nationale.

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

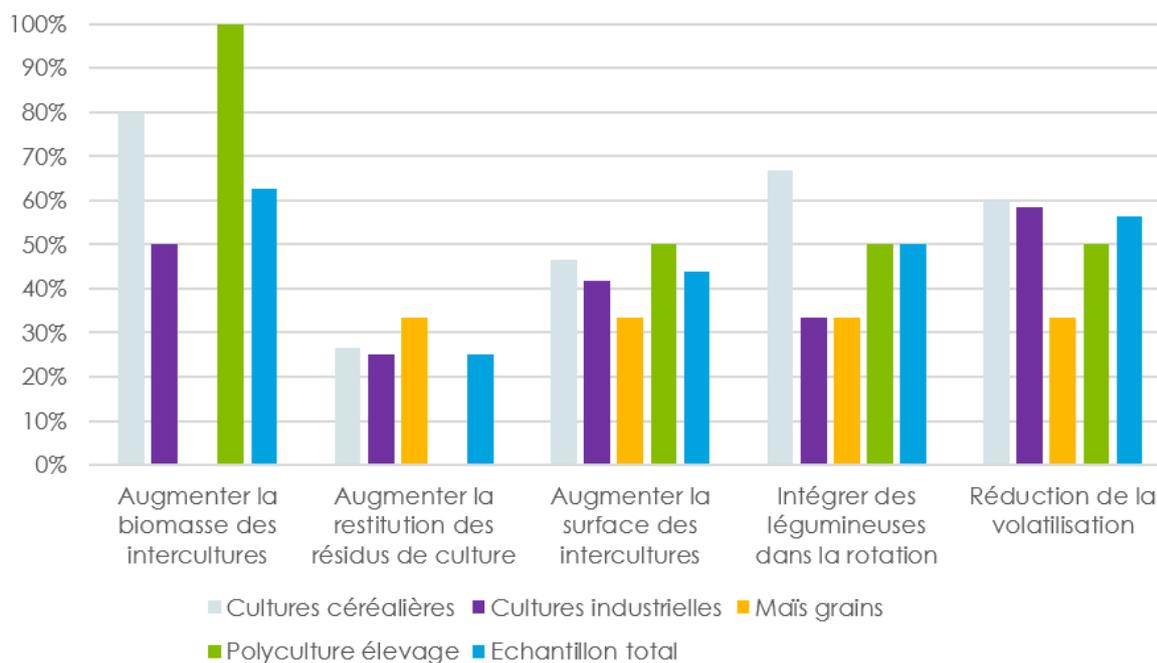


Les profils des exploitations maïsicoles alsaciennes se dégagent de la moyenne des autres exploitations avec un faible potentiel de réduction d'émissions et un faible potentiel d'accroissement du stockage de carbone, cela est lié à leur situation proche de l'optimum pour le ratio « fertilisation vs. production de biomasse » (cf. explication technique en annexe sur le lien entre émissions de GES et stockage de carbone en agriculture).

Le nombre d'exploitations en polyculture-élevage est considéré comme non suffisamment significatif pour poser une analyse généraliste sur les résultats : les exploitations de l'échantillon ont un fort potentiel d'accroissement du stockage de carbone, sa valorisation impliquerait une hausse des émissions mais le bilan global resterait très favorable. Une analyse plus poussée est nécessaire pour savoir s'il s'agit de cas isolés ou si des éléments de ces diagnostics sont généralisables à l'ensemble des exploitations agricoles de polyculture-élevage de la région Grand Est.

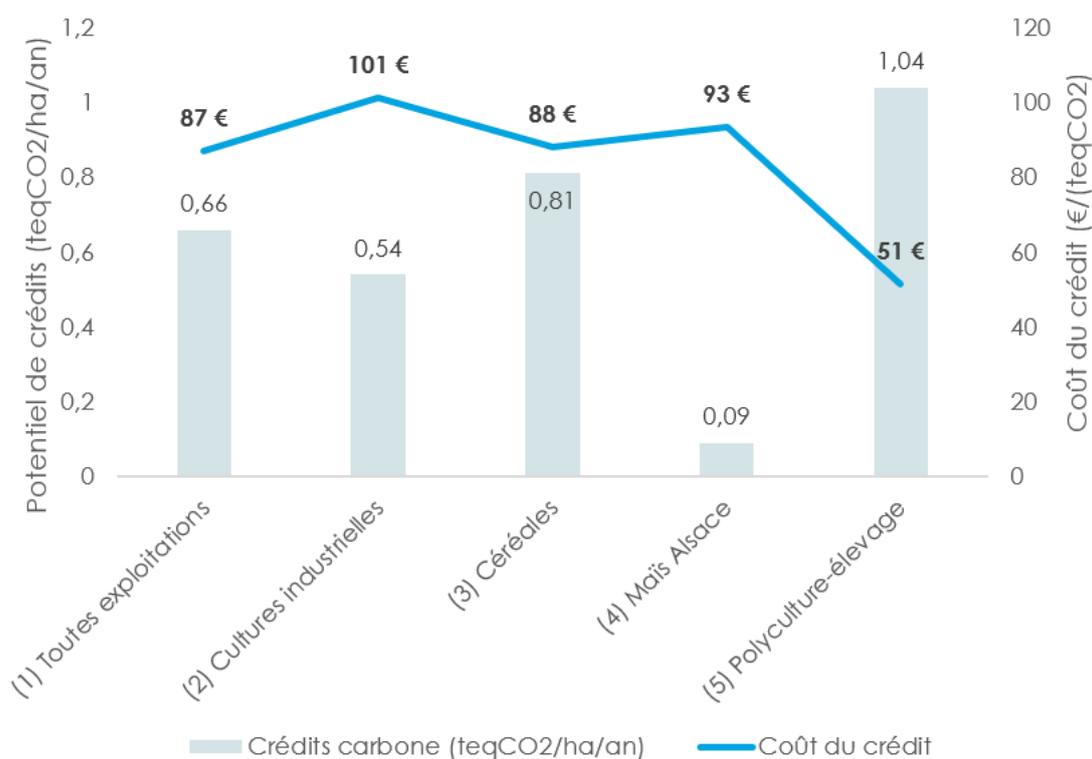
L'élément le plus saillant de ces résultats est l'analyse de l'équilibre entre les postes 1) réduction d'émissions de GES et 2) potentiel de stockage de carbone, pour améliorer le bilan carbone des fermes. Le poste « stockage de carbone dans les sols » prédomine largement, pour la majorité des fermes il représente plus des 2/3 du potentiel d'amélioration du bilan carbone ; le poste « réduction d'émissions » est quant à lui beaucoup plus limité et cantonné à 1/3 du potentiel global dans la majorité des cas.

Mobilisation des 5 leviers majoritaires selon les typologies d'exploitation



Les leviers les plus efficaces pour stocker du carbone et réduire les émissions sont également les plus choisis par les agriculteurs dans les projets de transitions : maximiser les surfaces d'intercultures et leur production de biomasse, introduire et étendre les cultures de légumineuses afin de réduire l'usage d'azote minéral.

Potentiel de crédits carbone et coût du crédit estimé selon les typologies



Cette figure illustre la variabilité des potentiels de production de crédits carbone et de coût de revient selon les exploitations agricoles. Nous rappelons que compte-tenu du faible nombre de fermes ayant réalisé un diagnostic complet impliquant un calcul du coût de la transition nous considérons que ces résultats ne permettent pas de conclure quant à des tendances statistiquement significatives par catégories de fermes, cependant ils illustrent bien la variabilité pouvant exister d'une ferme à l'autre.

IV - Motivations des agriculteurs à la transition bas-carbone

Les revenus potentiels liés à la vente de crédits carbone ne sont en général pas une incitation suffisamment forte pour stimuler l'engagement d'un agriculteur dans un projet de transition bas-carbone, ils ne constituent cependant pas l'unique motivation.

Le coût de la transition est en général élevé : bien que très variable d'une ferme à l'autre, et au sein d'une même exploitation agricole¹⁴, on estime que le coût de revient moyen d'amélioration du bilan carbone de l'exploitation d'1 T. eq. CO2 est de 60 euros minimum. À cela il faut ajouter la lourdeur administrative du dispositif et la complexité du diagnostic initial, ils rajoutent une surcouche de coût du dispositif et sont un frein à l'adhésion des agriculteurs. Le prix actuel de vente des crédits carbone (30 à 55 euros), dont il faut déduire la marge des intermédiaires et les frais liés aux charges de constitution des dossiers administratifs (variables selon les projets) avant d'obtenir ce qui revient à l'agriculteur (entre 60 et 90% de la valeur de vente du crédit carbone), n'est souvent pas suffisant pour inciter l'agriculteur à réaliser une transition.

A titre indicatif, environ 10% des agriculteurs ayant réalisé un diagnostic carbone déclarent vouloir poursuivre par un engagement dans un projet Label bas-carbone permettant de générer et vendre les crédits. Les autres ne perçoivent pas d'intérêt à initier une transition bas-carbone dans les conditions

¹⁴ Plus le budget alloué à la transition est élevé plus la ferme pourra générer de crédits carbone.

actuelles, mais la majorité salue l'intérêt pédagogique du diagnostic et le recommande pour mieux cerner les enjeux de la transition.

Parmi les agriculteurs qui poursuivent et engagent leur exploitation dans une transition bas-carbone, la motivation principale est rarement la rémunération liée aux revenus des crédits carbone. Plusieurs autres facteurs peuvent motiver l'engagement :

- Cohérence du dispositif avec un projet préalable de transition globale de l'exploitation motivé par des raisons agronomiques et/ou de modèle économique et/ou de qualité de vie au travail (transition en agriculture de conservation des sols, transition vers un modèle permettant de mieux maîtriser les charges, projet de méthanisation...)
- Curiosité pour un nouveau dispositif de rémunération, anticipation d'une hausse de la valeur des crédits carbone
- Conviction environnementale et volonté d'être exemplaire
- Lutte contre l'agri-bashing, démonstration de l'agriculture comme solution à la crise environnementale
- Conviction de la nécessité à changer de modèle de production, anticipation d'une évolution réglementaire et utilisation des crédits comme d'un moyen d'amortir le coût de la transition (sans en espérer un bénéfice)
- Intérêt agronomique lié à la démarche de transition bas-carbone

Ces différentes sources de motivation sont souvent présentes chez les agriculteurs souhaitant engager une transition, mais le plus souvent ce sont le premier et le dernier argument, les motivations agronomiques et de cohérence globale avec un projet de transition, qui sont les principaux leviers.

En effet, en production végétale, le stockage de carbone est directement lié à l'enrichissement du sol en matière organique, la question du sol et d'un « retour à l'agronomie » y est donc centrale. Ce sujet suscite une curiosité intéressée des agriculteurs ayant déjà une fibre technique et agronomique développée. Ces expérimentateurs-leaders sont ceux sur lesquels s'appuyer pour initier la transition. Leur succès dans la transition et les bénéfices qu'ils pourront en tirer détermineront la vitesse et l'importance de l'adhésion du reste de la population agricole au mouvement de transition.

Pour embarquer l'ensemble des exploitants il faudra renforcer l'accompagnement pédagogique sur un sujet qui reste complexe à comprendre pour la majorité des acteurs, tant sur le plan technique du stockage de carbone dans les sols que sur les plans administratifs et économiques : compréhension des dispositifs de rémunération carbone et de leur fonctionnement dans un contexte réglementaire en cours d'évolution.

V – Quelles conclusions pour accélérer la transition de la Ferme France

Les travaux présentés dans cette étude soulignent l'importance du stockage de carbone pour améliorer l'impact climatique des exploitations agricoles : il représente plus de 2/3 du potentiel moyen d'amélioration du bilan carbone des fermes, loin devant le poste « réduction des émissions », et ce quel que soit le type de ferme concernée. Nous montrons également que le lien n'est pas neutre entre stockage de carbone et émissions de gaz à effet de serre en agriculture : stocker du carbone dans les sols nécessite de changer les pratiques agricoles et a donc un effet sur les émissions de gaz à effet de serre, et réciproquement.

Ce lien entre émissions et stockage place l'agriculture dans une position singulière parmi les secteurs clés de la lutte contre le changement climatique et pourrait justifier de lui appliquer une politique de transition spécifique. En effet, la doctrine qui prévaut en matière de transition climatique est de d'abord réduire, ensuite compenser les émissions résiduelles ; est-ce dû à une confusion générale

entre compensation et stockage ? le fait est que le débat public fleurit de positions pour appliquer au secteur agricole la doctrine de d'abord réduire les émissions, ensuite stocker du carbone dans les sols. Les résultats de cette étude montrent les limites, voire le danger, d'une telle approche en agriculture.

L'approche la plus efficace pour réduire l'impact climatique de l'agriculture semblerait, selon les résultats de cette étude, de mettre l'accent sur le stockage de carbone dans les sols, à condition de mesurer en même temps la dynamique d'émissions de GES pour s'assurer que la transition soit vertueuse dans sa globalité. A l'inverse, une politique centrée sur la réduction des émissions de GES devra absolument s'assurer qu'elle ne génère pas un déstockage de carbone du sol dans des proportions plus importantes que les réductions d'émissions. La priorité à accorder au carbone du sol dans une politique climatique agricole semble d'autant plus importante que i) la cinétique de déstockage de carbone du sol est plus élevée que celle du stockage, ii) un sol ayant subi un récent déstockage de carbone a de très faibles chances de retrouver son niveau d'équilibre. Selon certaines études, toute action générant du déstockage de carbone du sol aurait un effet irréversible... Des travaux plus approfondis sont nécessaires pour être conclusifs quant à la manière d'intégrer cette relation entre les émissions et le stockage en agriculture, mais la question agronomique (et politique) sous-jacente est celle de la gestion de l'azote en grandes cultures. Sans remettre en question la nécessité des objectifs de réduction des apports azotés, il convient d'être vigilant sur les possibles externalités que cela peut avoir sur le carbone du sol et le cas échéant sur les mesures agronomiques adaptées pour le compenser.

L'autre enseignement de cette étude concerne le coût de la transition climatique agricole, et plus largement les facteurs de motivation des agriculteurs pour la transition climatique. Cette étude confirme la faible attractivité des différentes formes de rémunération existantes pour la transition bas-carbone de l'agriculture, surtout car le coût de la transition est élevé pour les agriculteurs. Sur le plan strictement économique les formes de rémunération de la transition bas-carbone (crédits carbone, primes filières, aides publiques) doivent monter en valeur pour rémunérer les agriculteurs à la hauteur du coût réel de leur effort, voir même bien au-delà si l'on veut en faire un véritable outil de la transition. L'enjeu pour le moment est de permettre aux agriculteurs de cumuler différentes sources de financement pour leur transition bas-carbone, et cela implique que les pouvoirs publics et/ou les standards internationaux officialisent la légalité et la conformité de ce cumul. En effet, plusieurs types de financement co-existent déjà pour le bas-carbone agricole, les deux principaux sont les crédits carbone et les primes de filières, mais les acteurs de terrain sont dans une grande confusion sur la possibilité et les conditions de leur cumul, et cela limite leur passage à l'action par peur du risque d'irrégularité.

Enfin, ces travaux révèlent qu'il existe une diversité de motivations des agriculteurs pour la transition bas-carbone qui dépasse le champ de la rémunération. Ces fondamentaux sont agronomiques et touchent à la cohérence globale du projet d'exploitation agricole, ce sont ces éléments sur lesquels appuyer la transition bas-carbone agricole et cela aussi implique d'adapter les outils financiers de la transition aux spécificités socio-économiques du secteur agricole. Comme pour toute transition la formation, la pédagogie et la communication sont des facteurs clés de succès, ça l'est tout particulièrement pour le bas-carbone agricole. Les liens entre agriculture et climat sont complexes et les acteurs de l'amont agricole ont besoin de mieux s'approprier les déterminants techniques mais aussi économiques, politiques et réglementaires de ce sujet, aussi pour rester maîtres de leur stratégie dans ce qui devient le nouveau « far-west agricole ».

VI – Fiches techniques et Annexes

Fiches techniques : Résultats par sous-groupe de ferme :

Les fiches techniques ci-dessous présentent les résultats par grand types de fermes de l'échantillon. 4 sous-catégories ont été dégagées avec les partenaires de terrain du projet CarbonThink : Les fermes de cultures industrielles, les fermes céréalières, les fermes maïsicoles alsaciennes et les fermes de polyculture élevage.

La répartition de l'échantillon n'est pas homogène entre ces différentes catégories, cela limite la représentativité des résultats pour l'ensemble des fermes de chacune des catégories. Nous présentons tout de même les résultats à titre indicatif et indiquons lorsque nous estimons – à dire d'experts – que les résultats sont représentatifs pour la catégorie concernée.

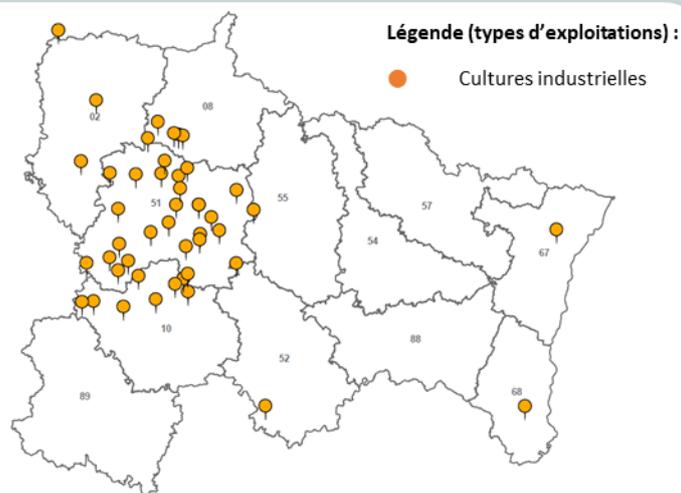


Exploitations : cultures industrielles

Un plan de transition climatique est caractérisé par l'adoption d'une série de changements de pratiques, ou leviers, permettant de réduire les émissions et/ou stocker du carbone dans les sols, le choix du nombre de leviers et du niveau d'intensité de leur déploiement est spécifique à chaque ferme, en fonction de ses spécificités.

Carte d'identité de l'échantillon

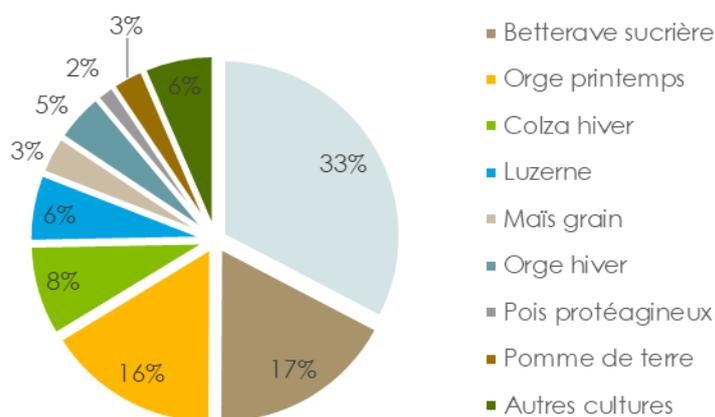
- SAU moyenne : **222 ha** dont **96%** en grandes cultures
- SAU entre 100 et 300 ha pour **70 %** des exploitations
- **9 %** en HVE et **9 %** en agriculture de conservation des sols
- Types de sol majoritaires :
 - cranette (65%) :
argile = 189,9 g/kg, calcaire = 697,4 g/kg, carbone organique = 19,5 g/kg
 - limon moyen (11%) :
argile = 161 g/kg, calcaire = 16,3 g/kg, carbone organique = 12,8 g/kg



Pratiques agricoles

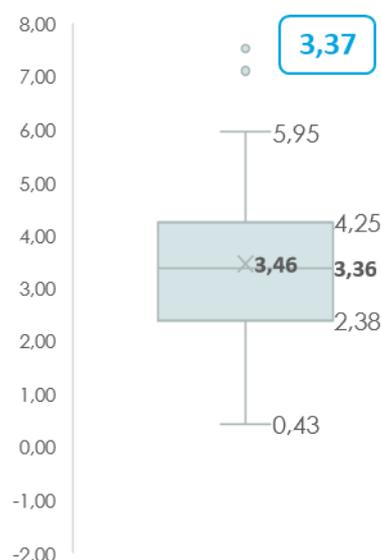
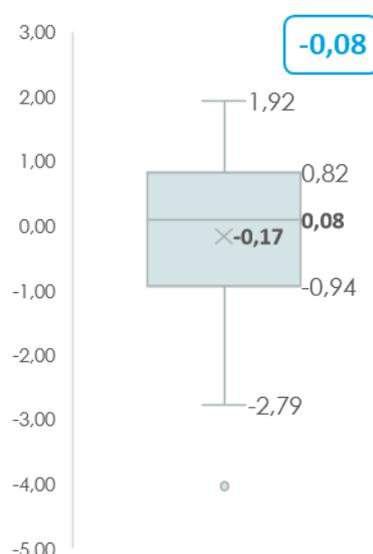
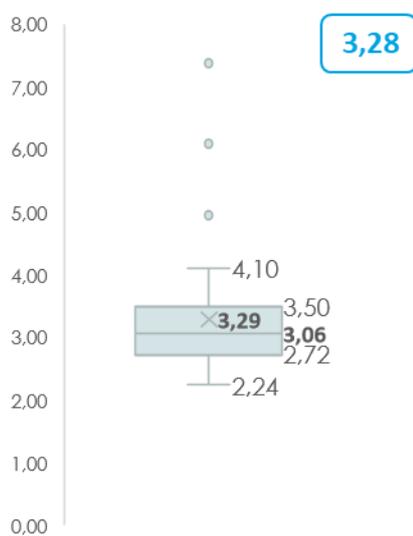
- En moyenne **8** cultures dans l'assolement
- Rendement moyen en blé tendre : **90 q/ha**
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **141 uN/ha [90;173]** dont 19 % apportée sous forme d'ammonitrate, 75% sous forme de solution azotée, 3% sous forme d'urée
- **35 %** de la surface cultivée avec des 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 : vinasse diluée (3 m3/ha en moyenne), vinasse concentrée (2 m3/ha en moyenne), compost de fumier de volailles (5 t/ha en moyenne)

Assolement moyen



Bilan carbone moyen du groupe (en t_{eq}CO₂/ha/an)

Moyenne de l'échantillon complet



Emissions de GES

Stockage C sols

Bilan net

Leviers de transition simulés et résultats sur les postes du bilan carbone

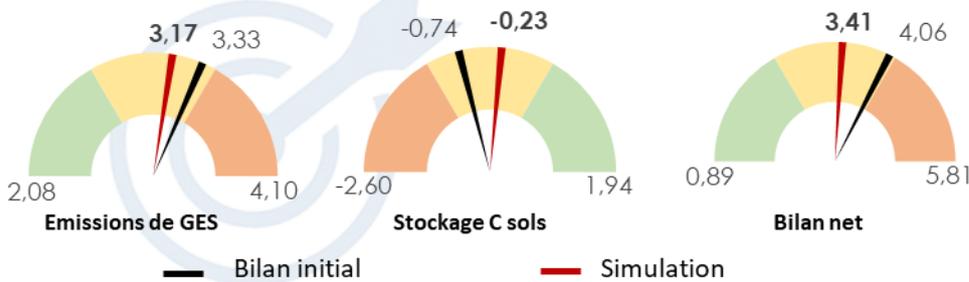


12
exploitations
avec projet

Projets de transition bas-carbone envisagés



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



Coûts des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets*

20,3 €/ha/an
[3,4 ; 65,4]

Crédits carbone potentiels (spécifique)

0,54 crédits par ha/an

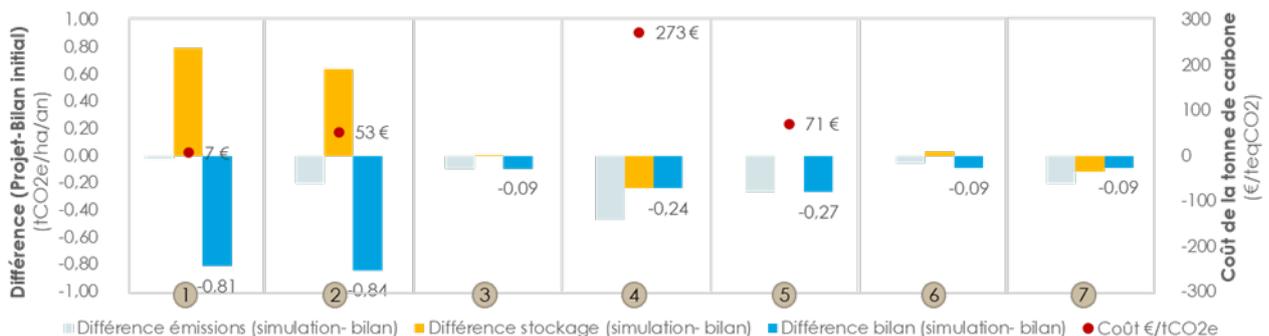
Coût moyen du crédit carbone**

101,1 €/ T eq. CO₂
[7,4 ; 272,9]

* 7 exploitations
** 4 exploitations

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



Ces résultats illustrent la forte hétérogénéité des types de transitions possibles, y compris au sein d'une même catégorie de fermes. Les coûts de revient de la tonne de carbone sont notamment très disparates. Les fermes ayant connu l'amélioration la plus importante de leur bilan carbone (fermes 1 et 2) sont celles ayant mobilisé des leviers liés au stockage de carbone dans les sols.

Commentaires et conclusions

Les résultats des fermes de cultures industrielles ne présentent pas de différence notable avec la moyenne des résultats des 88 fermes diagnostiquées. Cela n'est pas surprenant car le profil type de fermes de l'échantillon est une ferme de grandes cultures.

Les coûts de transition (traduits par le coût de revient du crédit carbone) se révèlent plus élevés que la moyenne des coûts observés sur la totalité de l'échantillon mais la forte variabilité des résultats et la taille réduite de l'échantillon ne permettent pas de conclure à une tendance généralisable pour les cultures industrielles. Comme observé par ailleurs c'est le stockage de carbone dans le sol qui est le poste le plus contributif à l'amélioration du bilan carbone des fermes.

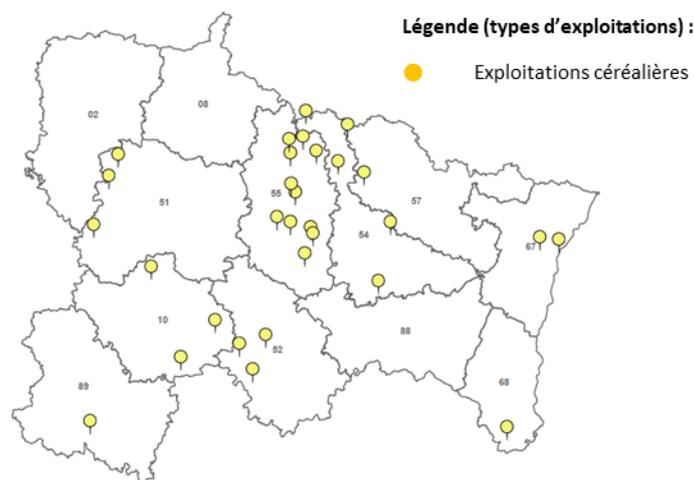


Exploitations céréalières

Un plan de transition climatique est caractérisé par l'adoption d'une série de changements de pratiques, ou leviers, permettant de réduire les émissions et/ou stocker du carbone dans les sols, le choix du nombre de leviers et du niveau d'intensité de leur déploiement est spécifique à chaque ferme, en fonction de ses spécificités.

Carte d'identité de l'échantillon

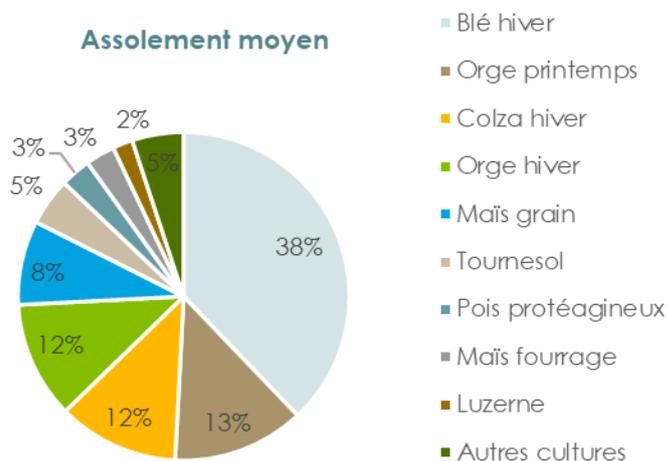
- SAU moyenne : **186 ha** dont **87%** en grandes cultures
- SAU comprise entre 100 et 300 ha pour **80 %** des exploitations.
- 3 %** en HVE et **27 %** en agriculture de conservation des sols
- Types de sol majoritaires :
 - Limon argileux (30%),
argile = 256,7 g/kg, calcaire = 12,2 g/kg, carbone organique = 18,5 g/kg
 - 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

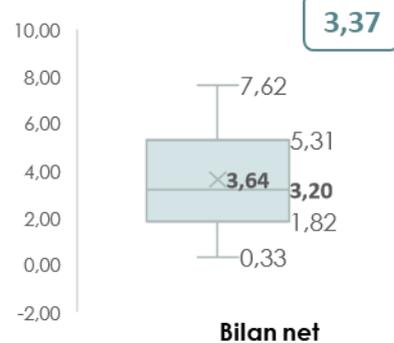
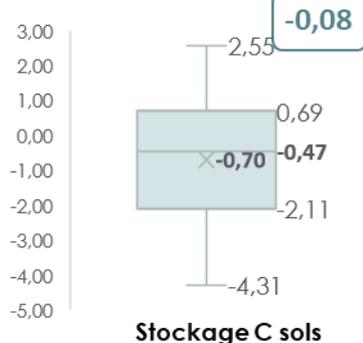
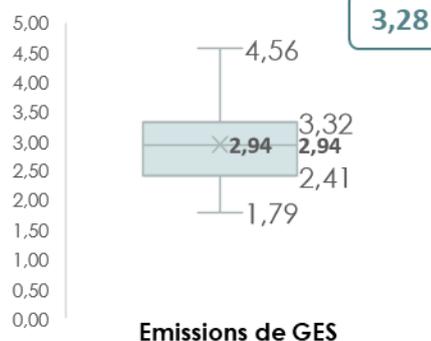
- En moyenne **7** cultures présentes dans l'assolement
- Rendement moyen en blé tendre : **76 q/ha**
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **145 uN/ha** [103;185] dont 29% apportée sous forme d'ammonitrate, 60% sous forme de solutions azotée, 4% sous forme d'urée.
- 32 %** de la surface cultivée 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 : fumier bovin (21 t/ha en moyenne), compost de fumier (sauf volaille) (4 t/ha en moyenne)

Assolement moyen

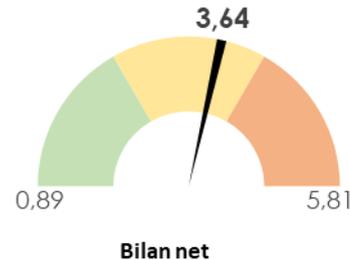
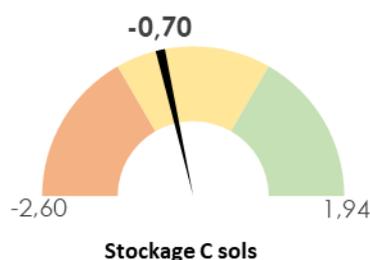
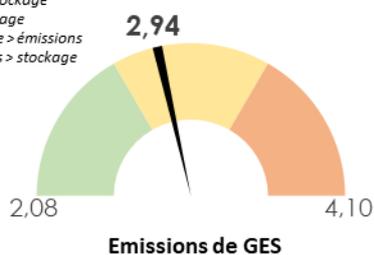


Bilan carbone moyen du groupe (en teqCO2/ha/an)

Moyenne de l'échantillon complet



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



Leviers de transition simulés et résultats sur les postes du bilan carbone



15
exploitations
avec projet

Projets de transition bas-carbone envisagés



Réduction dose d'azote

13% des exploitations



Inhibiteurs de nitrification

13% des exploitations



Réduction de la volatilisation

60% des exploitations



Intégration dans la rotation de 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

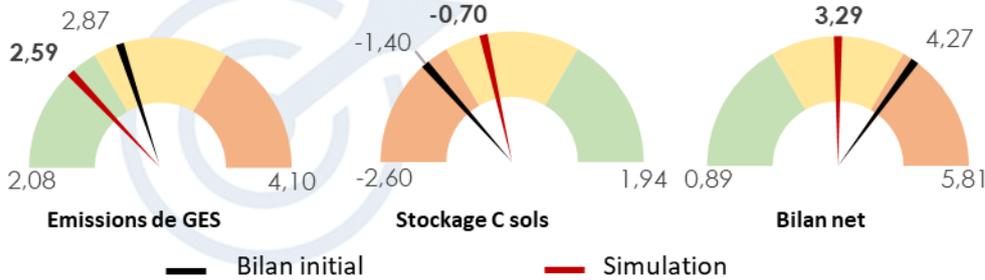


Réduire la consommation de carburant

27% des exploitations

Impact des projets sur le bilan carbone

(en t_{eq}CO₂/ha/an)



Coûts des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets*

73,4 €/ha/an
[8,6 ; 128,9]

Crédits carbone potentiels (spécifique)

0,81 crédits
par ha/an

Coût moyen du crédit carbone**

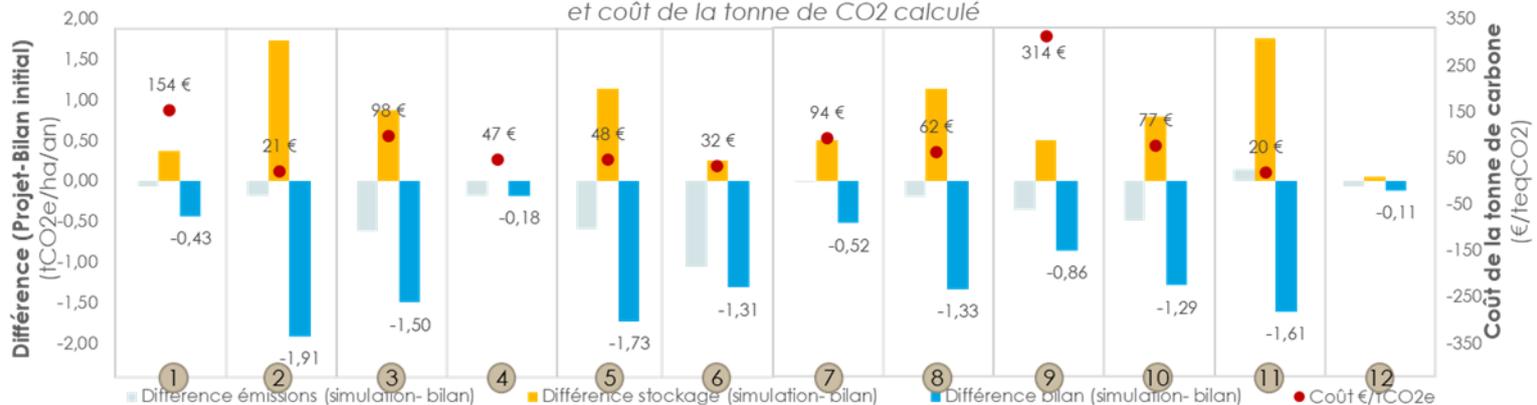
87,9 €/ T eq. CO₂
[7,4 ; 272,9]

* 12 exploitations

**11 exploitations (les exploitations générant moins de 0,11 CC/ha exclues)

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



Commentaires et conclusions

Les fermes de cultures céréalières présentent un bilan carbone conforme à la moyenne des fermes diagnostiquées dans le Grand-Est, cela n'est pas surprenant dans la mesure où, tout comme les fermes de cultures industrielles, elles correspondent au profil moyen des fermes de cette étude.

15 exploitations agricoles ont réalisé une simulation de plan de transition climatique après avoir réalisé leur diagnostic, et parmi elles 12 ont réalisé un chiffrage du coût de leur transition.

Les changements de pratiques simulés permettent en moyenne une réduction des émissions de l'ordre de 0,28 T. eq. CO₂ / Ha / an et une contribution du stockage à l'amélioration du bilan carbone de 0,7 T. eq. CO₂ / Ha / an. Comme pour les autres exploitations agricoles de l'échantillon c'est dans le poste « stockage » que réside le plus fort potentiel d'amélioration du bilan carbone.

Les coûts de transition sont en moyenne plutôt moins élevés que ceux des fermes en cultures industrielles mais toujours très variables d'une ferme à l'autre.



Exploitations alsaciennes maïsicoles

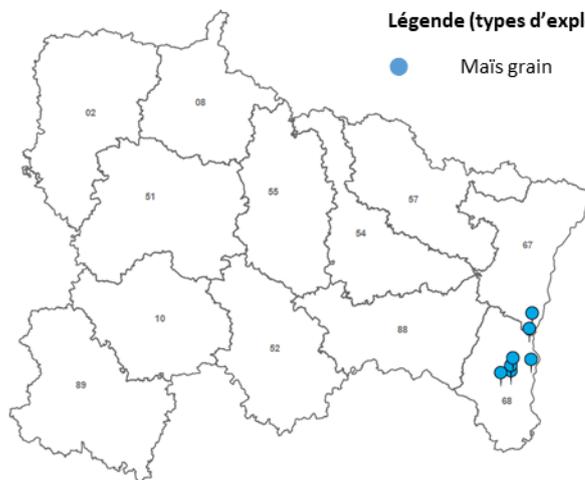
Un plan de transition climatique est caractérisé par l'adoption d'une série de changements de pratiques, ou leviers, permettant de réduire les émissions et/ou stocker du carbone dans les sols, le choix du nombre de leviers et du niveau d'intensité de leur déploiement est spécifique à chaque ferme, en fonction de ses spécificités.

Carte d'identité de l'échantillon

- SAU moyenne : **126 ha** dont **96%** en grandes cultures
- SAU comprise entre 100 et 300 ha pour **43 %** des exploitations
- 0 %** en HVE et **0 %** en agriculture de conservation des sols
- Types de sol majoritaires :
 - Limon argileux (43%)
 argile = 244,7 g/kg, calcaire = 64,7 g/kg, carbone organique = 11,8 g/kg
 - Limon moyen (29%)
 argile = 146,5 g/kg, calcaire = 19,5 g/kg, carbone organique = 10,3 g/kg

Légende (types d'exploitations) :

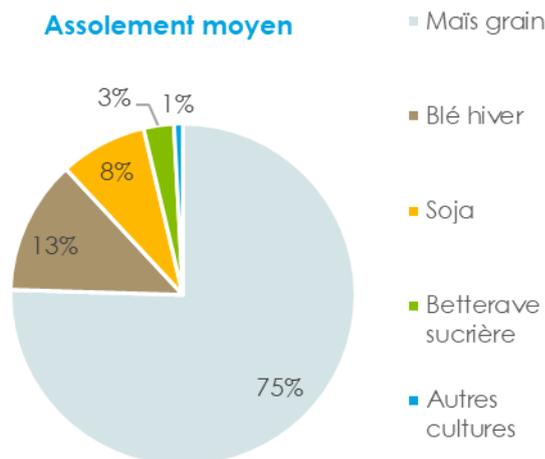
● Maïs grain



Pratiques agricoles

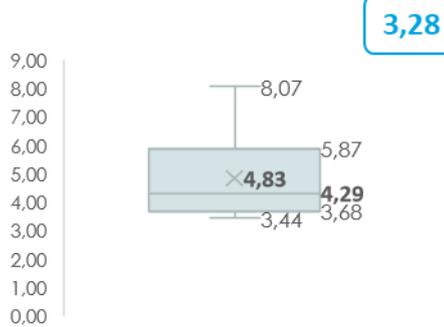
- En moyenne **4** cultures présentes dans l'assolement
- Rendement moyen en maïs grain : **142 q/ha**
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **207 uN/ha** [179;234] dont 10% apportée sous forme d'ammonitrate, 9% sous forme de solutions azotée, et 72% sous forme d'urée.
- 17 %** de la surface cultivée 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 compost de déchet verts et biodéchets (10 t/ha en moyenne)

Assolement moyen

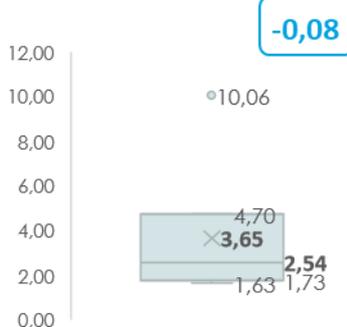


Bilan carbone moyen du groupe (en teqCO2/ha/an)

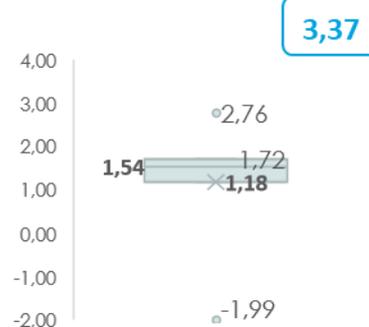
Moyenne de l'échantillon complet



Emissions de GES

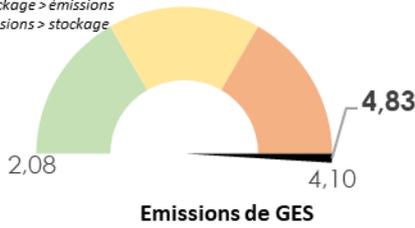


Stockage C sols

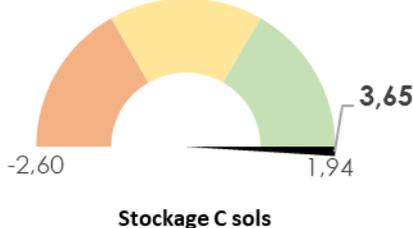


Bilan net

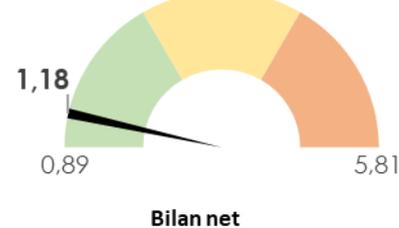
Légende :
 Stockage négatif = déstockage
 Stockage positif = stockage
 Bilan négatif = stockage > émissions
 Bilan positif = émissions > stockage



Emissions de GES



Stockage C sols



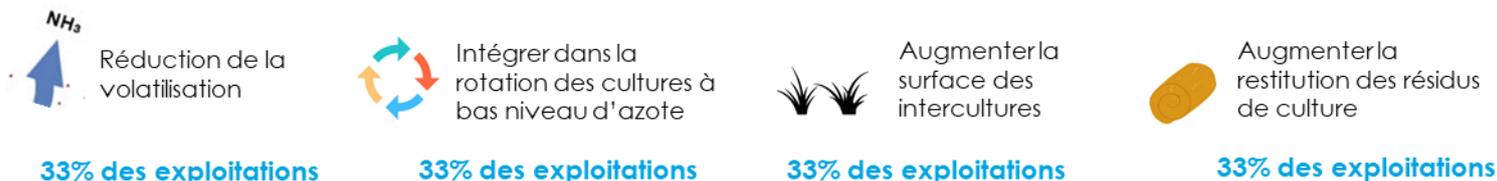
Bilan net

Leviers de transition simulés et résultats sur les postes du bilan carbone

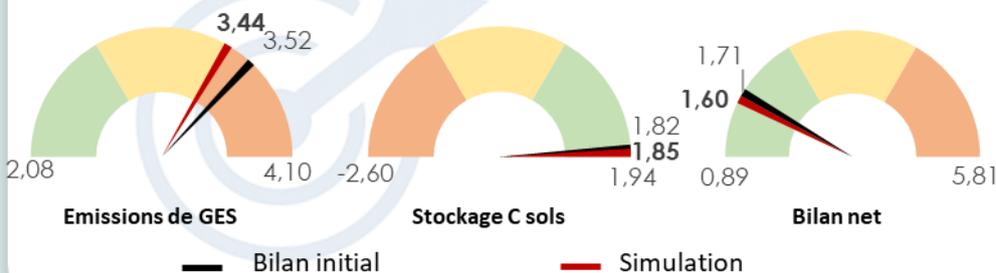


3
exploitations
avec projet

Projets de transition bas-carbone envisagés



Impact des projets sur le bilan carbone (en t_{eq}CO₂/ha/an)



Coûts des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets*

27,4 €/ha/an
[8,6 ; 128,9]

Crédits carbone potentiels (spécifique)

0,09 crédits par ha/an

Coût moyen du crédit carbone**

93,4 €/ T eq. CO₂
[7,4 ; 272,9]

* 2 exploitations

**1 exploitation (les exploitations générant moins de 0,11 CC/ha exclues)

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



La 1ère exploitation a un profil de transition distinct 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.

Commentaires et conclusions

- **Commentaire diagnostic**

Les fermes maïsicoles sont faiblement représentées dans l'échantillon de l'étude : 7 exploitations parmi un total 88 ; dont 3 ont réalisé une simulation de plan de transition avec estimation du coût de cette transition.

Leur « profil climatique » tranche très nettement avec celui des autres exploitations agricoles de l'étude. A dire d'expert, l'homogénéité des tendances au sein de l'échantillon apparaît suffisante pour considérer ces résultats comme représentatifs des fermes maïsicoles du Grand Est. Ces fermes présentent des bilans carbone caractérisés par de très hauts niveaux moyens d'émissions (4,83 T. eq. CO₂ / Ha / an) et de très hauts niveaux moyens de stockage (3,65 T. eq. CO₂ / Ha / an). Avec une valeur de 1,18 T. eq. CO₂ / Ha / an, le bilan net est inférieur à la moyenne de ceux observés sur les fermes de grandes cultures. Les deux valeurs moyennes se situent au-delà des extremums nationaux relevés dans les diagnostics réalisés avec CarbonExtract.

- **Commentaire transition**

Il ressort de ces caractéristiques que les fermes de maïsiculture du Grand Est ont un faible potentiel d'amélioration de leur bilan carbone total. Elles illustrent le paradoxe du lien entre émissions de GES et stockage de carbone (cf. point technique en annexe) : les fermes à forte production de biomasse présentent un risque de déstockage de carbone du sol si la production de biomasse diminue, laquelle est liée à la quantité d'azote apporté sur la culture. Donc sur ce type de ferme une stratégie de réduction d'émissions basée sur la réduction d'apport d'engrais azoté risque de se traduire par une baisse de la production de biomasse et donc du déstockage de carbone du sol (si cette baisse n'est pas compensée par ailleurs par un apport complémentaire de biomasse). A l'inverse, les fermes maïsicoles ont très peu de marge de manœuvre pour accroître le stockage de carbone dans le sol en jouant sur le levier d'accroissement de la production de biomasse (le maïs irrigué est l'une des plantes qui produit le plus de biomasse par Ha) or c'est le levier principal pour accroître le stockage de carbone dans le sol.

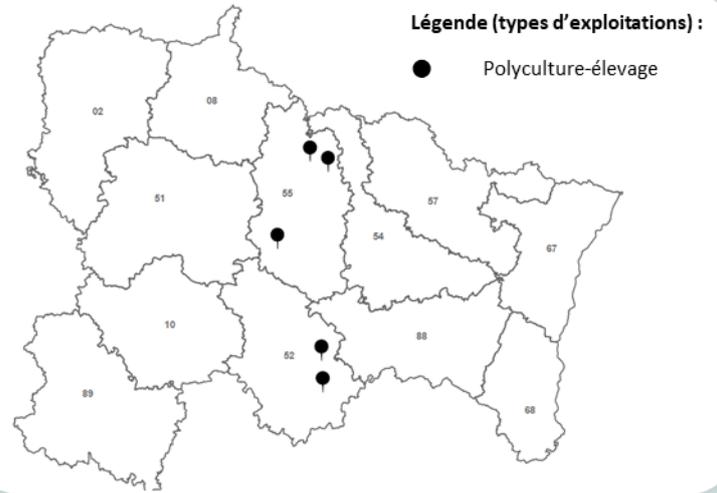


Exploitations alsaciennes maïsicoles

Un plan de transition climatique est caractérisé par l'adoption d'une série de changements de pratiques, ou leviers, permettant de réduire les émissions et/ou stocker du carbone dans les sols, le choix du nombre de leviers et du niveau d'intensité de leur déploiement est spécifique à chaque ferme, en fonction de ses spécificités.

Carte d'identité de l'échantillon

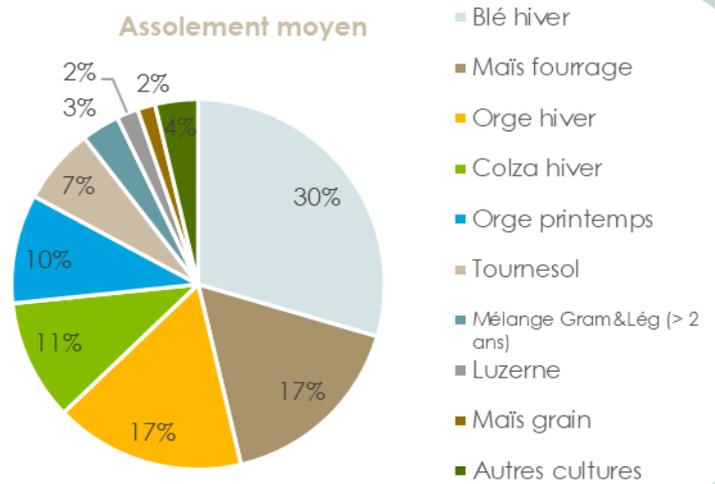
- SAU moyenne : **241 ha** dont **76 %** en grandes cultures
- SAU comprise entre 100 et 300 ha pour **40 %** des exploitations
- Pas d'exploitation en HVE ou en agriculture de conservation des sols
- Type de sol majoritaire :
 - Argile limoneuse(40%)* et Limon argileux (40%)** :
 - *argile = 361 g/kg, 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

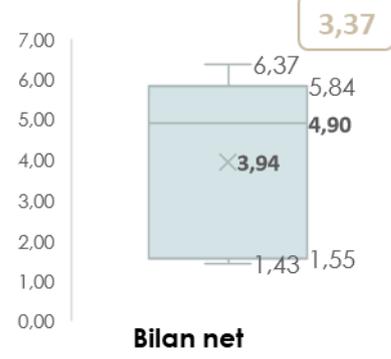
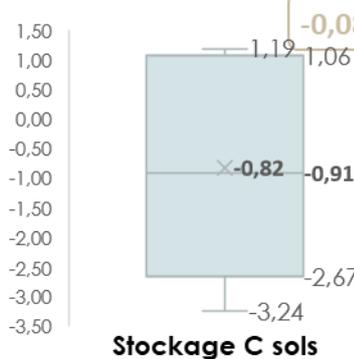
- En moyenne **8** cultures dans l'assolement
- Rendement moyen en blé tendre : **75 q/ha**
- Fertilisation moyenne minérale azotée : **146 uN/ha** [120;200] dont 60 % apportée sous forme d'ammonitrate, 36 % sous forme de solutions azotée, et 2 % sous forme d'urée
- **35 %** de la surface cultivée avec 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 : fumier de bovin (22 t/ha en moyenne) et compost de fumier (6 t/ha en moyenne)

Assolement moyen

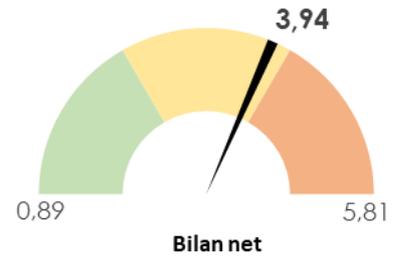
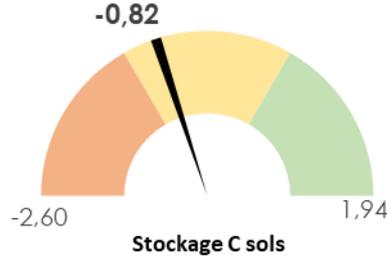
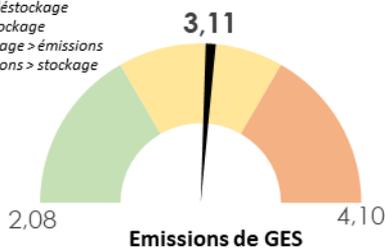


Bilan carbone moyen du groupe (en teqCO2/ha/an)

Moyenne de l'échantillon complet



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



Résultats uniquement sur l'atelier grandes cultures des exploitations

Leviers de transition simulés et résultats sur les postes du bilan carbone



2

exploitations avec projet

Projets de transition bas-carbone envisagés



Augmenter la biomasse des intercultures

100% des exploitations



Inhibiteurs de nitrification

50% des exploitations



Réduction de la volatilisation

50% des exploitations



Augmenter la surface des intercultures

50% des exploitations



Augmenter les apports organiques

50% des exploitations

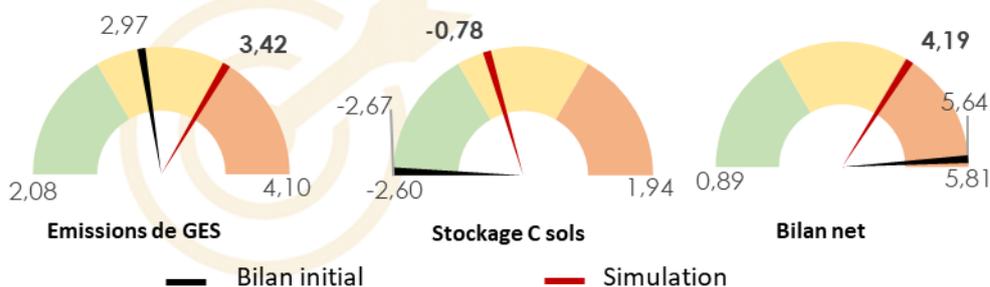


Intégrer dans la rotation des cultures à bas niveau d'azote

50% des exploitations

Impact des projets sur le bilan carbone

(en t_{eq}CO₂/ha/an)



Coûts des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets

51,2 €/ha/an
[34,9 ; 67,4]

Crédits carbone potentiels (spécifique)

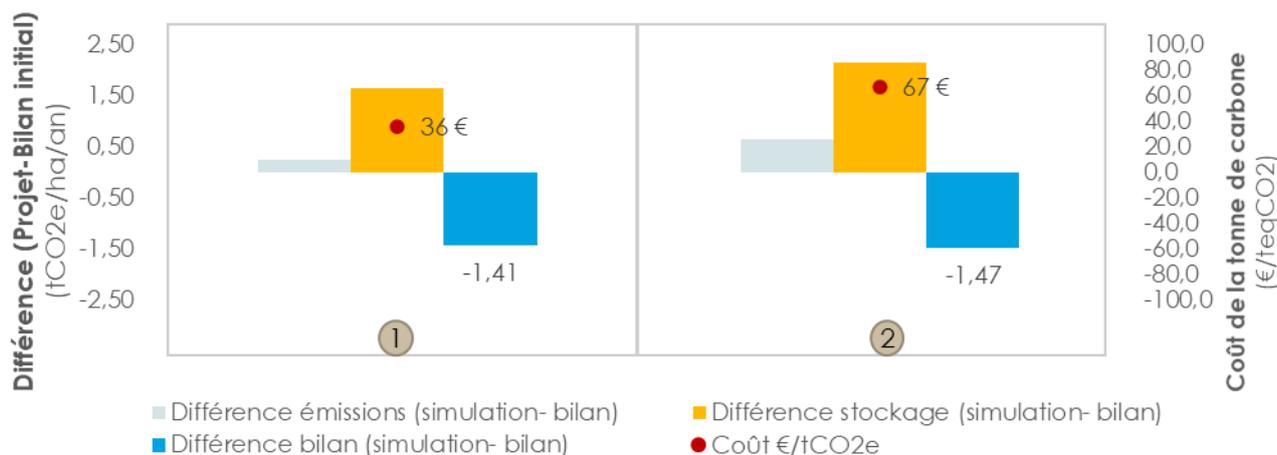
1,04 crédits par ha/an

Coût moyen du crédit carbone

51,4 €/ T eq. CO₂
[35,8 ; 66,8]

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



Commentaires et conclusions

Les exploitations de polyculture-élevage sont sous-représentées dans cette étude : 5 exploitations ont réalisé des diagnostics dont 2 ont poursuivi sur la simulation d'un plan de transition climatique. A dire d'experts, les résultats présentés ici sont considérés comme n'étant pas représentatifs des tendances générales des fermes de polyculture-élevage dans le Grand Est. Néanmoins ils ne semblent pas présenter de biais individuel, aussi nous les partageons.

Ces résultats, diagnostics comme simulations, portent sur la partie « production végétales » des fermes de polyculture-élevage, les émissions des cheptels n'ont pas été prises en compte dans cette étude car elles ne font pas partie du périmètre de la méthode Grandes Cultures.

- **Commentaire diagnostic**

Les émissions de GES sont dans la moyenne de celles de l'échantillon global, cela n'est pas surprenant. Les sols apparaissent déstockant en carbone, à des niveaux plus importants que les niveaux moyens de l'échantillon, ce résultat est surprenant dans la mesure où les exploitations de polyculture-élevage, du fait d'une forte disponibilité en matière organique pour l'amendement des sols, devraient théoriquement présenter les niveaux moyens de stockage de carbone parmi les plus importants des fermes françaises. Au regard de la petite taille de l'échantillon nous ne pouvons pas tirer de conclusions de cette observation.

- **Commentaire transition**

Les deux fermes ayant simulé un plan de transition présentent un fort potentiel de réduction de leurs émissions au regard du potentiel moyen des fermes de l'échantillon (- 1,45 T. eq. CO₂ / Ha /an en moyenne), une part de l'explication réside dans le faible recours de ces exploitations à de la fertilisation organique (alors qu'on pourrait s'attendre à ce que soit l'inverse pour une ferme en polyculture-élevage) et que cela a été corrigé dans le plan de transition. Le potentiel d'amélioration du bilan carbone du sol s'avère également élevé avec un potentiel d'accroissement du stockage de carbone de 1,89 T. eq. CO₂ / Ha /an (ici en l'occurrence il s'agit d'un potentiel de réduction de déstockage), ce résultat traduit le fort potentiel de déploiement du levier « accroissement des couverts d'interculture », qui est le principal levier permettant d'accroître le stockage de carbone dans les sols en agriculture.

Les bilans individuels traduisent une réalité significative et à forte portée quant aux enjeux de la transition bas-carbone agricole : les potentiels de stockage sont importants, mais, ici, ils s'obtiennent au prix d'un accroissement des émissions. Le bilan global est bon mais il illustre la nécessité d'un arbitrage à réaliser entre la réduction des émissions et le stockage de carbone.



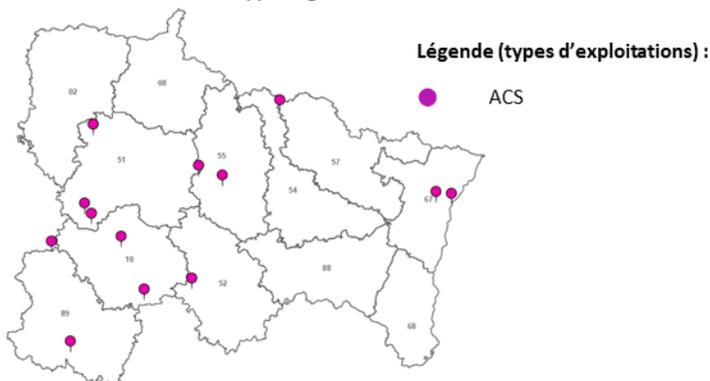
Exploitations en agriculture de conservation des sols (ACS)

Un plan de transition climatique est caractérisé par l'adoption d'une série de changements de pratiques, ou leviers, permettant de réduire les émissions et/ou stocker du carbone dans les sols, le choix du nombre de leviers et du niveau d'intensité de leur déploiement est spécifique à chaque ferme, en fonction de ses spécificités.

Carte d'identité de l'échantillon

- SAU moyenne : **194 ha** dont **94 %** en grandes cultures
- SAU comprise entre 100 et 300 ha pour **85 %** des exploitations
- 8 %** en HVE / **100 %** en agriculture de conservation des sols
- Types de sol majoritaires :
 - Limon argileux (31%) :
argile = 264 g/kg, calcaire = 39,3 g/kg, carbone organique = 18 g/kg
 - Cranette (23%) :
argile = 210,7 g/kg, calcaire = 716,7 g/kg, carbone organique = 20 g/kg

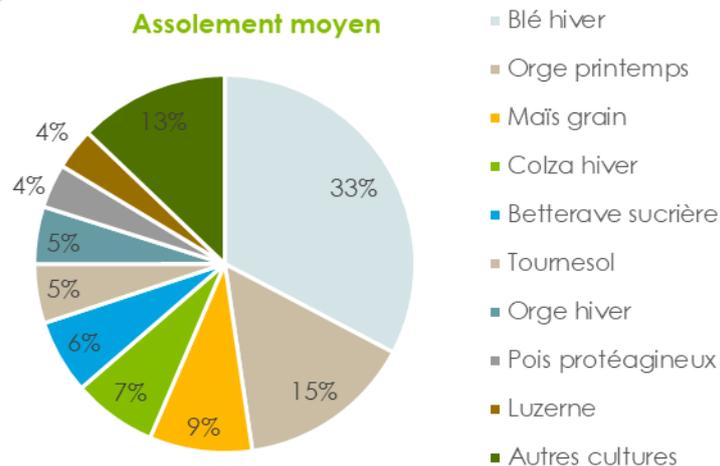
La typologie ACS est composée d'exploitations des précédents typologies présentées : 8 exploitations de la typologie cultures céréalières et 5 de la typologie cultures industrielles.



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, et 9 % sous forme d'urée
- 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 :
 - Lisier de porc (25 t/ha en moyenne),
 - fumier bovin (23 t/ha en moyenne),
 - vinasse concentrée (3 m3/ha)

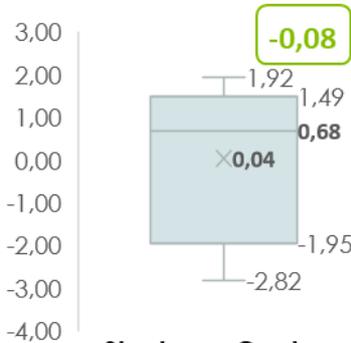
Assolement moyen



Bilan carbone moyen du groupe (en t_{eq}CO₂/ha/an)



Moyenne de l'échantillon complet



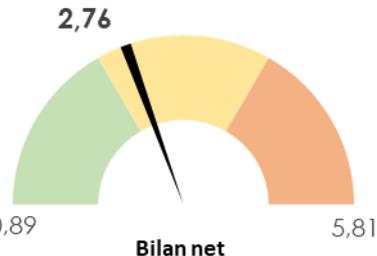
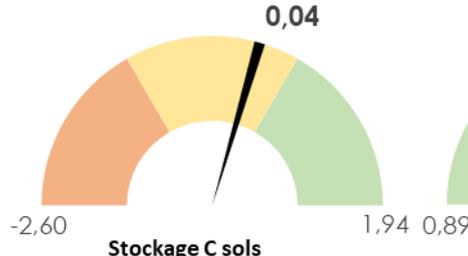
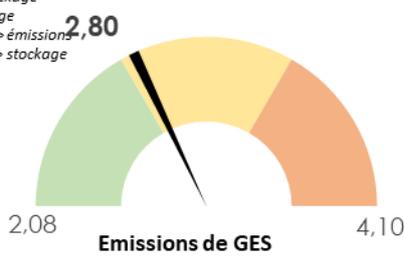
Légende :

Stockage négatif = déstockage

Stockage positif = stockage

Bilan négatif = stockage > émissions

Bilan positif = émissions > stockage



Leviers de transition simulés et résultats sur les postes du bilan carbone



3
exploitations
avec projet

Projets de transition bas-carbone envisagés



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

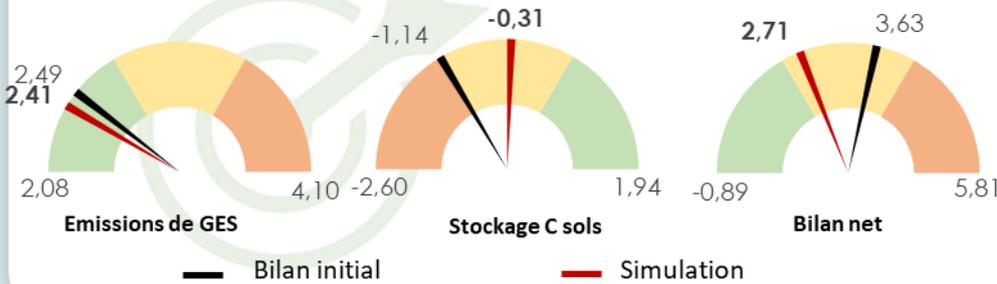
33% des exploitations



Réduire la consommation de carburant

33% des exploitations

Impact des projets sur le bilan carbone (en t_{eq}CO₂/ha/an)



Coûts des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets*

20,4 €/ha/an
[8,6 ; 32,1]

Crédits carbone potentiels (spécifique)

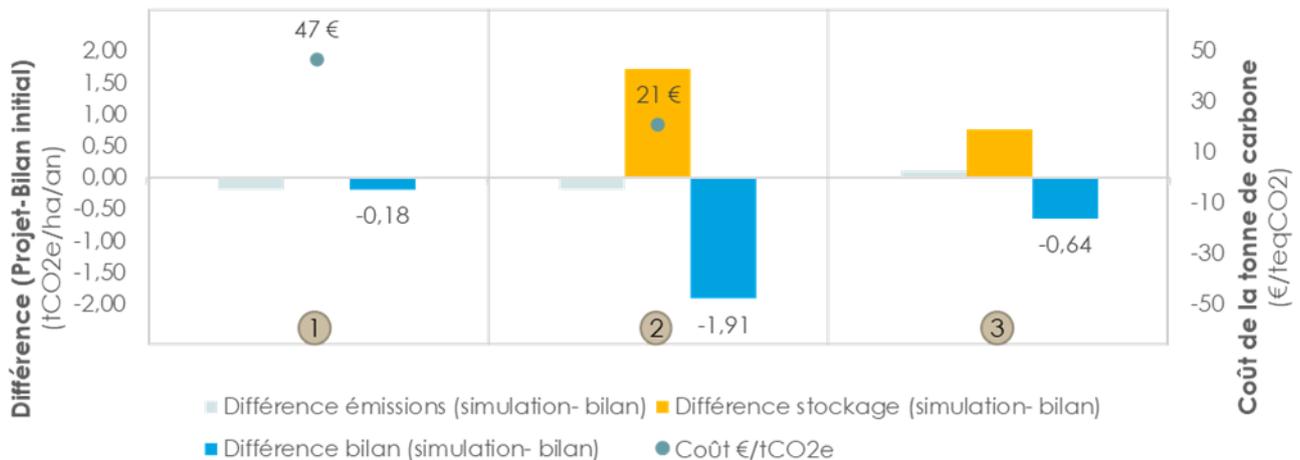
0,73 crédits par ha/an

Coût moyen du crédit carbone*

33,8 €/ T eq. CO₂
[21 ; 46,7]

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



Commentaires et conclusions

Certaines exploitations agricoles de l'échantillon sont gérées selon une conduite culturale dite de conservation des sols (Agriculture de conservation des sols – ACS), elles sont au total 13 dans l'échantillon des 88 fermes diagnostiquées et sont distribuées dans 2 catégories : Fermes Céréalières (8 fermes), et Fermes de Cultures Industrielles (5 fermes).

• Commentaires diagnostics

En moyenne, les fermes en agriculture de conservation présentent des émissions moins élevées que celles de l'échantillon complet (2,8 T. eq. CO₂ / Ha / an vs. 3,28 T. eq. CO₂ / Ha / an) et des dynamiques de stockage de carbone plus élevées (0,04 T. eq. CO₂ / Ha / an vs. -0,08 T. eq. CO₂ / Ha / an). On observe cette tendance dans les résultats des différentes études menées par Agrosolutions sur les fermes en transitions vers l'agriculture de conservation des sols. Cependant il convient d'être prudent avant de tirer des conclusions générales sur ces résultats, car la taille de l'échantillon et l'hétérogénéité des situations ne nous permet pour le moment pas de parler de différences significatives. Par ailleurs les dynamiques de stockage de carbone dans le sol sont 1) tellement spécifiques d'une exploitation à l'autre, et 2) inscrites sur le temps long que pour isoler l'effet de l'ACS sur les résultats il faudrait étendre l'étude à un plus grand nombre d'exploitations agricoles et y introduire l'analyse d'autres paramètres tels que la durée depuis l'adoption de la transition. Enfin, sur le plan qualitatif, l'agriculture de conservation des sols est celle qui mobilise le plus largement et le plus intensément les leviers qui stimulent le stockage de carbone dans le sol (non liés à un risque d'accroissement des émissions), il ne serait donc pas étonnant d'observer des résultats traduisant – au niveau quantitatif – que la transition en ACS est celle présentant le plus haut potentiel d'amélioration du bilan climatique des fermes.

• Commentaires simulations

Seules 3 exploitations ont réalisé des simulations de transition (en plus des pratiques ACS déjà adoptées), le potentiel moyen de réduction des émissions est faible : 0,08 T. eq. CO₂ / Ha / an, la faiblesse du résultat est à interpréter au regard d'un niveau d'émissions initial plus faible que la moyenne du groupe. Le potentiel lié au stockage de carbone apparaît plus conséquent avec + 0,73 T. eq. CO₂ / Ha / an de réduction d'émissions liées au sol.

Dans le détail des transitions simulées sur les 3 exploitations concernées on observe que l'une d'entre elle n'est pas parvenue à réduire ses émissions.

Lien entre émissions et stockage de carbone dans les sols

En agriculture, le lien entre les dynamiques d'émissions de gaz à effet de serre liées aux activités culturales et le stockage de carbone dans le sol n'est pas neutre. Il est souvent antagoniste.

La majorité des leviers permettant d'accroître la dynamique de stockage de carbone dans les sols, ou de réduire la dynamique de déstockage sont liés à un accroissement de la production de biomasse. Or le moyen le plus simple pour produire plus de biomasse en agriculture est d'augmenter les apports d'azote, et l'apport d'engrais azoté génère des émissions de gaz à effet de serre¹⁵. En synthèse, la manière la plus simple de stocker du carbone dans le sol engendre un accroissement d'émissions de gaz à effet de serre.

La majorité des leviers permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre reposent sur la réduction des apports d'engrais azoté, or cela génère un risque de diminution de la production de biomasse, soit un risque de déstockage de carbone du sol. En synthèse, la manière la plus simple de réduire les émissions de GES présente un risque important de déstockage de carbone. Ce risque peut être géré en s'assurant d'un maintien à minima de la quantité de biomasse restituée au sol (par exemple via l'apport d'un surcroît de matière organique).

Le stockage de carbone dans les sols étant très spécifique du type de sol, de son historique cultural et des conditions climatiques, il n'est pas possible d'établir de manière systématique le ratio entre une variation d'émissions liées à une variation d'apport d'engrais azoté et une variation de stockage de carbone.

Pour ces raisons nous préconisons d'appréhender la transition climatique agricole de manière globale : en s'attachant à l'objectif d'améliorer le bilan global de l'exploitation agricole plutôt que l'un ou l'autre des postes du bilan. Cette préconisation est d'autant plus importante qu'une transition est très rarement vertueuses sur tous les postes du bilan carbone. Le risque est particulièrement élevé de ne mesurer que la variation d'émissions sur une exploitation à laquelle on applique un plan de transition climatique, il est alors fort probable qu'une réduction d'émissions cache un déstockage de carbone du sol dans des proportions qui peuvent être plus importantes que la réduction d'émissions accomplie : on pensera alors à une transition vertueuse alors qu'en réalité le bilan carbone de l'opération sera mauvais.

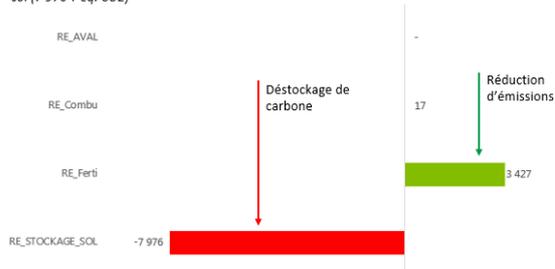
La figure ci-dessous illustre une telle situation :

¹⁵ Les émissions des engrais azotés sont responsables d'environ 80% des émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture de production végétale

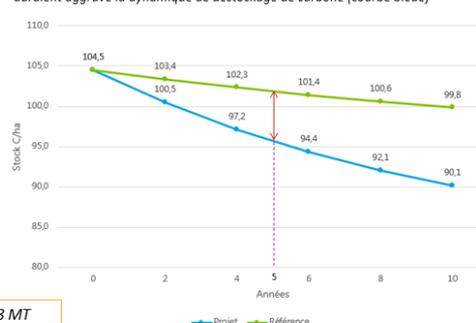
Exemple d'une ferme où les changements de pratiques que l'on pensait vertueux se sont révélés avoir un bilan climatique global négatif

- **Changements de pratiques simulés:** 1) Substitution de toute la fertilisation minérale azotée par du fumier de volailles et 2) extension de 40% des cultures légumineuses.
- **Résultats sur 5 ans** (cf. graphiques ci-dessous) : a. réductions d'émissions de GES : 3 427 T eq. CO₂ ; b. Déstockage de carbone : 7 976 T eq. CO₂. (résultats généraux, détails des résultats par poste, périmètre et type de GES non présentés ici)

Bilan global sur les 5 années du projet (tonnes de CO₂ eq)
Bénéfices climatiques liés à une réduction d'émissions de GES (3 427 T eq. CO₂), mais perte de carbone du sol (7 976 T eq. CO₂)



Dynamique du carbone dans le sol d'une parcelle de l'exploitation
La dynamique était déjà déstockante (courbe verte), les changements de pratiques auraient aggravé la dynamique de déstockage de carbone (courbe bleue)



Note : La majorité des sols agricoles en grandes cultures sont émetteurs nets de carbone (+ 18 MT CO₂ eq. / an à l'échelle française), dans la majorité des cas ils peuvent devenir stockant en changeant les pratiques

Cette figure présente les résultats de simulation d'une transition sur une ferme dont le plan de transition impliquait la suppression de l'intégralité de la fertilisation minérale azotée, et sa substitution partielle par de la fertilisation azotée d'origine organique et naturelle via les légumineuses. La production totale de biomasse en est diminuée.

Les résultats présentent une réduction d'émissions en gaz à effet de serre très significative sur les 5 années où le projet a été simulé : les émissions de près de 3 427 T. eq. CO₂ sont évitées en 5 ans, par rapport à la situation de référence.

Le poste stockage de carbone traduit un déstockage de carbone dans l'atmosphère sur les 5 années où le projet a été simulé : les sols de l'exploitation agricole émettront 7 976 T. eq. CO₂ de plus que ce qu'ils auraient émis sans le projet (les sols étaient déjà émetteurs nets, cf. la figure de droite qui indique la dynamique de carbone dans l'un des sols de l'exploitation, la courbe verte indique la tendance avant le projet, et la courbe bleue la tendance avec le projet). Le surcroît d'émissions de carbone du sol représente plus du double des réductions d'émissions générées sur le poste « émissions de GES ».

Ce diagnostic illustre un « cas d'école » de l'antagonisme entre les postes « émissions de GES » et « stockage de carbone » en agriculture, il est cependant celui d'un cas extrême : si cette tendance est générale à toutes les fermes elle est rarement aussi marquée qu'ici, par ailleurs l'intérêt du diagnostic et de la simulation est de pouvoir rectifier le plan de transition pour en réduire les risques de bilan carbone global négatif. Dans le cas de cette ferme, un plan de transition adapté et fondé sur un ajout supplémentaire de matière organique au sol (suite à ce premier diagnostic) a permis d'identifier un mode de transition non pénalisant pour le climat.

CarbonExtract

CarbonExtract automatise les méthodes du Label bas-carbone, c'est une interface digitale permettant de réaliser les diagnostics carbone, simulations de transition bas-carbone et calcul de crédits carbone des exploitations agricoles. L'outil est accessible en ligne : <https://monbilan-carbonextract.com/accueil>; Cet outil est développé par Agrosolutions et déjà déployé auprès de XX organismes de conseil agricole accompagnant les agriculteurs.

carbon extract!



Un outil pour les agriculteurs et les conseillers agricoles



Pour accompagner les exploitations agricoles dans la transition bas-carbone



et piloter les projets Label Bas-Carbone sur votre territoire



Déjà plus de **250 conseillers agricoles** formés à Carbon Extract, dans plus de 80 structures de conseil (coopératives, chambres d'agriculture, centre de gestion)
...et **1700 diagnostics d'exploitations** contractualisés !

Interface conseiller : 4 modules pour un accompagnement pas à pas dans la transition bas-carbone



Bilan carbone complet
(émissions et stockage) de votre exploitation

- Un calcul simple et rapide du **bilan carbone** d'une exploitation agricole, détaillé poste par poste
- Une comparaison par rapport à la référence régionale



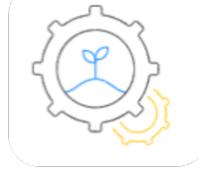
Simuler l'impact carbone
de nouvelles pratiques

- **Simulez en quelques clics**, en étant guidé pas à pas, des changements de pratiques efficaces d'un point de vue climatique
- Calculez le potentiel de réduction d'émissions et de stockage de carbone de chaque simulation et évaluez le **potentiel de crédits carbone**, la rémunération associée et le coût de ces pratiques



Engager un projet
Label bas-carbone

- **Définissez un plan d'action pour les 5 années à venir** et obtenez un rapport complet et détaillé
- Calculez tous les indicateurs pour engagez vos exploitations dans un **projet Label Bas-Carbone Grandes Cultures**

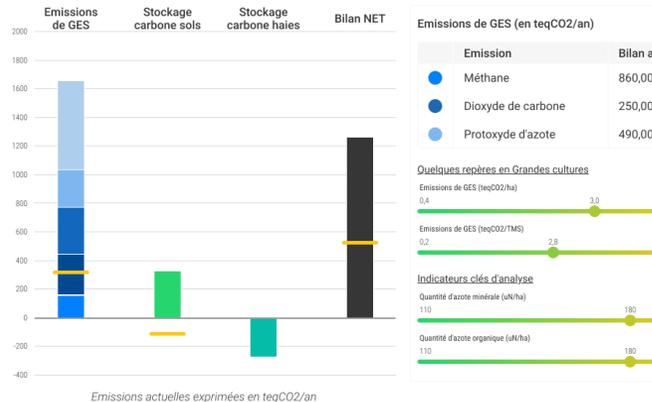


Suivre et piloter
votre projet Label bas-carbone

- **Suivez** année après année la mise en œuvre des projets chez chaque agriculteur
- **Pilotez les trajectoires carbone** par rapport aux plan d'actions initiaux

Résultats du bilan carbone (émissions de GES et stockage de carbone)

Ce bilan s'appuie sur les pratiques moyennes que vous avez renseignées. Attention, pour être conforme aux méthodes du label bas-carbone, ces pratiques doivent correspondre strictement à la moyenne des pratiques réalisées sur les 3 dernières campagnes



Guide des leviers

5 leviers sélectionnés

- REDUIRE MES EMISSIONS GAZ A EFFET DE SERRE LIÉES A LA FERTILISATION
 - TERMINÉ Passer à l'écoconduite pour réduire les consommations du foin
 - Réduire le travail du sol et passer au semis direct
 - Réduire les consommations de gasoil associées aux pompes thermiques pour l'irrigation
- REDUIRE MES EMISSIONS GAZ A EFFET DE SERRE LIÉES AUX CARBURANTS D'ORIGINE FOSSILES
 - Passer à l'écoconduite pour réduire les consommations du foin
- AUGMENTER LE STOCKAGE CARBONE DANS LA BIOMASSE
 - Passer à l'écoconduite pour réduire les consommations du foin

Modifier les données d'exploitation

Teneur en N	Teneur en P	Teneur en K	Avec inhibiteur de nitrification
7	10	1.2	30
7	10	1.2	30

AJOUTER UNE FERTILISATION MINÉRALE

En mettant en œuvre ces changements de pratiques, votre potentiel de crédits carbone est de :
Les crédits carbone ont été calculés à partir des rabais exigés par les méthodes.

MÉTHODE GRANDES CULTURES

Référence spécifique **825.67** crédits carbone sur 5 ans

Référence générique **1254.25** crédits carbone sur 5 ans

MÉTHODE HAIES

57 crédits carbone sur 5 ans

Calculatrice

Je vends mes crédits carbone à

prix 35 €/teqCO2

RÉMUNÉRATION POTENTIELLE

24563.68 € sur 5 ans

soit 49.13 €/ha/an

Calculatrice

Je vends mes crédits carbone à

prix 80 €/teqCO2

RÉMUNÉRATION POTENTIELLE

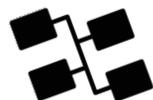
1707.05 € sur 5 ans

soit 3.41 €/ha/an

Les **+** de Carbon Extract



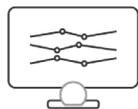
Porté par une équipe de 10 experts agronomes en transition bas-carbone, à vos côtés pour votre formation à l'outil et vous donner des clés pour l'accompagnement de vos agriculteurs



Une connexion aux outils de traçabilité du marché (Smag, MesParcelles, Geofolia) pour réduire le temps de saisie des données.

utilisée par 65% des utilisateurs pour gagner du temps !

smag SMART AGRICULTURE



Un simulateur pour quantifier précisément l'impact carbone d'une ou plusieurs pratiques : réduction de l'azote, diversification de l'assolement, intercultures, apports organiques, plantation de haies, vous pouvez tout tester !



Un calcul d'indicateurs automatisé pour vous faciliter l'analyse !

2/3 des conseillers calculent la référence régionale pour positionner l'exploitation par rapport au territoire et 3/4 des conseillers utilisent les indicateurs de résultats pour analyser et expliquer le résultat à l'agriculteur



Des **indicateurs de co-bénéfices environnementaux** (biodiversité, qualité de l'eau, qualité de l'air...) calculés automatiquement pour chaque exploitation

LABEL BAS CARBONE

Une interface spécifique pour agréger les données de l'ensemble des agriculteurs et **faciliter les démarches administratives pour vos projets Label bas-carbone**

En résumé, Carbon Extract c'est :



- Un outil porté **par Agrosolutions**, expert en agriculture et climat, engagé dans la rédaction des méthodes Label Bas-Carbone
- Un outil adapté aux exploitations **de grandes cultures** (certifié conforme à la méthode Label Bas-Carbone Grandes Cultures)
- Reconnu par l'ADEME pour la mise en œuvre de la mesure **Bons Diagnostic Carbone**



Vous êtes intéressés, souhaitez souscrire à l'outil ou avez des questions ?

Retrouvez-nous sur <https://monbilan-carbonextract.com/>

ou contactez-nous directement à l'adresse suivante : contact@monbilan-carbonextract.com

