



**LA COOPÉRATION AGRICOLE
OUEST**

Bretagne - Normandie - Pays de la Loire

MÉMENTO DES PRATIQUES AGRICOLES BAS-CARBONE DE L'OUEST

Octobre 2023

Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Sommaire

3	Introduction & méthodologie
4	Introduction
9	Méthodologie
12	Les pratiques agricoles bas-carbone
13	Liste complète des groupes de pratiques retenus
15	Bovin lait
34	Grandes Cultures
54	Poules pondeuses
65	Légumes de plein-champ
80	Cultures sous serre chauffée
100	Les moyens de valorisation
112	Annexes
115	Documents ressources

Introduction & méthodologie

Introduction

- **Pilotage & objectif**
- **Utilisation**
- **Aides aux lecteurs**

Pilotage

Le mémento des pratiques agricoles bas-carbone de l'ouest est le fruit du **Groupe de Travail Ouest Carbone** de **La Coopération Agricole Ouest**. Créé en 2021, il vise à aider les coopératives à « Définir-mettre en œuvre un projet stratégique global d'atténuation-adaptation au changement climatique et de valorisation ». Il est :

- Présidé par Thomas COUËPEL, administrateur LCA Ouest et président de la coopérative Le Gouessant,
- Animé par Agathe DUVAL, Responsable Environnement & Agroécologie à LCA Ouest,
- Composé d'élu.e.s et de salarié.e.s volontaires des coopératives de l'ouest adhérentes de LCA Ouest. Une dizaine de coopératives y sont impliquées et représentent les 3 régions, Bretagne, Normandie et Pays de La Loire.

Ce document a été réalisé par Lise ROGER dans le cadre de son stage de fin d'études d'ingénieur agronome.

Objectif

L'objectif de ce mémento est d'aider les coopératives de l'ouest à **concevoir et mettre en œuvre des démarches d'atténuation au changement climatique** sur les exploitations de leurs associé.e.s-coopérateur.rice.s.

Ce mémento, centré sur 5 systèmes de production représentatifs des trois régions de l'ouest, présente les caractéristiques de 59 pratiques agricoles bas-carbone.

La présentation des pratiques se veut :

- **Pensée à l'échelle d'une exploitation,**
- **Synthétique,**
- **Intemporelle.**

Utilisation

Deux utilisations ont été pensées pour ce mémento. Il est à destination :

- Des **technicien.ne.s-conseiller.ère.s et responsables environnement/climat** comme un outil d'acculturation aux pratiques agricoles bas-carbone.
- Des **technicien.ne.s-conseiller.ère.s de terrain** comme un outil d'accompagnement à la discussion avec les agriculteurs.

Son utilisation est **complémentaire** à un deuxième outil développé par Lise ROGER durant son stage : l'outil de comparaison des pratiques agricoles bas-carbone de l'Ouest*. Il permet de pouvoir filtrer les pratiques citées dans le mémento et de pouvoir les comparer selon :

- Leur bénéfice carbone,
- Les implications économiques de leur mise en place pour l'exploitation.

* Pour toute demande de renseignements, contactez notre équipe à l'adresse : contact@ouest.lacooperationagricole.coop.

Aide au lecteur pour les 59 fiches Pratiques

Pratiques triées par **groupe de pratiques**
(alimentation, gestion des effluents, énergie, ...)

FICHE PRATIQUE TYPE 1. Groupe de pratiques 2. ... 3. ...

Intitulé de la pratique

Description de la pratique :

- Effets sur les émissions directes et indirectes,
- Mise en place sur l'exploitation.

Opportunités

--> Ce qui peut favoriser la mise en place de la pratique par un.e agriculteur.rice

Limites

--> Ce qui peut freiner la mise en place de la pratique par un.e agriculteur.rice

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X						
Capacité à diminuer les émissions de gaz à effet de serre ou à stocker du carbone			Pour l'exploitation, les conditions de travail, l'environnement et les animaux	Coûts de mise en place Gains/pertes économiques	Variation + ou -	Variation + ou -
Ordre de grandeur en kg de CO ₂ eq /ha, /L de lait, /kgN, ...						

Exemple chiffré et daté

Pratiques triées par **système de production** (bovin lait, grandes cultures, poules pondeuses, légumes de plein-champ et cultures sous serre chauffée)

Analyse qualitative des opportunités et limites de mise en place de la pratique (autres que le bilan économique et les co-bénéfices)

Présentation des **principales caractéristiques** environnementales, économiques et sociales de la pratique

Exemple de chiffrage de gain carbone et de bilan économique spécifique aux systèmes de l'ouest (issus de la bibliographie ou de l'expertise des coopératives) pour une exploitation « moyenne » de l'ouest.




Aide au lecteur pour les 9 fiches Moyens de valorisation

Moyens de valorisation triés en trois groupes : valorisation sur le marché de la compensation carbone volontaire, valorisation de l'adoption de la pratique ou au niveau de la filière

FICHE MOYEN DE VALORISATION TYPE 1. Type de valorisation 2. ... 3. ...

LOGO **Intitulé du Moyen de valorisation**

Porteur du moyen de valorisation	Porteur du projet valorisable	Type de valorisation	Valorisation financière	Moyen de comptabilisation
Public/privé et français/international/européen	Porteur de la pratique, fournisseur du service et bénéficiaire : agriculteur individuel ou en collectif, coopératives pour le compte de leurs associé.e.s-coopérateur.rice.s, ...	Ce qui valorisé : les résultats de la pratique ou sa mise en place Forme de valorisation : auprès des consommateurs, économiques, crédits carbone, ...	Montant moyen	Outils/méthodes de comptabilisation, cahiers des charges, contrats, ...

Type(s) d'atténuation inclu(s)			Pratiques incluses
Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	
			Pratiques bas-carbone citées dans le mémento et valorisables par le moyen de valorisation Systèmes de production concernés par les pratiques valorisables 

Opportunités

Limites

VALORISATION

Présentation des caractéristiques du moyen de valorisation

Analyse qualitative des opportunités et limites issue d'échanges avec le Groupe de Travail Ouest Carbone

Type d'atténuation pris en compte (diminution des émissions de gaz à effet de serre ou stockage de carbone)

Méthodologie

- Démarche
- Coopératives ayant participé à l'élaboration du mémento

Démarche

Choix des systèmes de production

Décision du Groupe de Travail Ouest Carbone selon :


- Les systèmes majoritaires des trois régions de l'ouest : Bretagne, Normandie et Pays de La Loire,
- Les coopératives impliquées dans le groupe de travail.


Choix des pratiques à traiter


Décision du Groupe de Travail Ouest Carbone selon :

- Leur potentiel de généralisation au sein des coopératives,
- Leur potentiel de mise en place à l'ouest.

Co-construction des fiches

 **Description et effet(s) de la mise en place de la pratique**


 **Augmentation et diminution des charges et produits**

 **Opportunités et limites de l'adoption de la pratique**

 **Co-bénéfices**

 **Potentiel de valorisation**


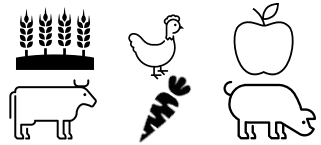

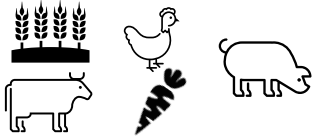


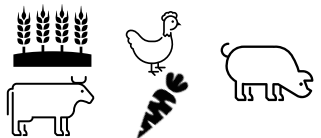

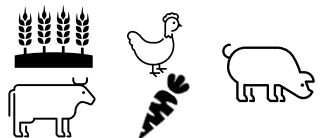


En kg de CO₂ équivalent par hectare, litre de lait, ...






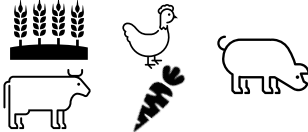

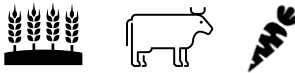


 **Moyens de valorisation**

 **Apport d'expertise des coopératives**

 **Documents ressources**

Ensemble des coopératives et structures de l'ouest ayant participées à l'élaboration du mémento

Coopératives/ Structure	Systèmes de production	Nombre d'associé.e.s- coopérateur.rice.s
		12 000
		10 000
	Association d'organisations de producteurs qui inclue les Maraichers d'Armor, la SICA St-Pol-de-Léon et Terres de St-Malo	
		18 500
		4 500
		450

Coopératives/ Structure	Systèmes de production	Nombre d'associé.e.s- coopérateur.rice.s
		50
		1 000
		20 100
		2 300
		80



Céréales



Cultures sous serre



Fruits



Ruminants



Légumes industriels et de plein-champ



Porcs



Volailles

Les pratiques agricoles bas-carbone

Liste complète des groupes de pratiques retenus

Vue d'ensemble des groupes de pratiques présents dans le mémento

Système de pratiques	Groupe de pratiques
Bovin	Gestion du troupeau
	Alimentation
	Gestion des effluents
	Pâturage
	Prairies
	Agroforesterie
Grandes cultures	Fertilisation azotée
	Volatilisation des engrais
	Travail du sol
	Résidus de culture
	Intercultures
	Agroforesterie
	Foresterie

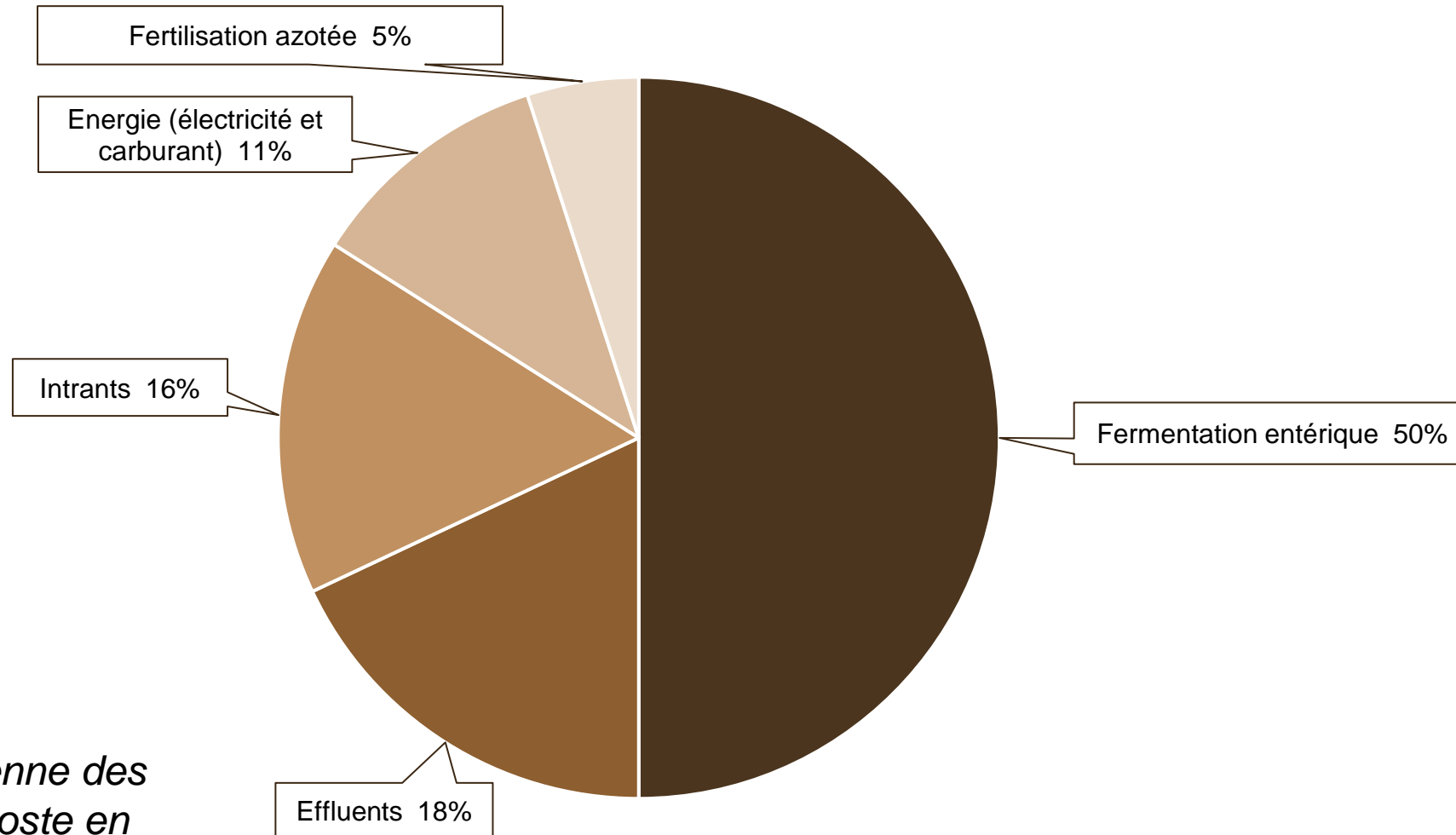
Système de pratiques	Groupe de pratiques
Poules pondeuses	Alimentation
	Gestion des effluents
	Parcours
Légumes de plein-champ	Fertilisation azotée
	Volatilisation des engrais
	Travail du sol
	Résidus de culture
	Intercultures
	Agroforesterie
Cultures sous serre chauffée	Foresterie
	Énergie (diminution et type)
	Origine du CO ₂
	Substrat
	Haies

Bovin lait

- **Introduction**
- **Liste des valeurs unitaires considérées**
 1. **Gestion du troupeau**
 2. **Alimentation**
 3. **Gestion des effluents**
 4. **Pâturage**
 5. **Prairies**
 6. **Agroforesterie**
- **Vue d'ensemble des pratiques**
- **Autres pratiques**



Postes d'émissions d'une exploitation laitière



Répartition moyenne des émissions par poste en CO₂ eq d'une exploitation laitière



Pratiques Bovin Lait

Groupe de pratiques	Changement de pratiques agricoles bas-carbone	Poste d'émissions réduits					Stockage de carbone	Numéro de pages
		Fermentation entérique	Effluents	Intrants	Énergie	Fertilisation azotée		
Gestion du troupeau	Âge au premier vêlage	X		X				23
	Taux de renouvellement	X		X				24
Alimentation	Part en lipides insaturés	X						25
	Inhibiteur de CH ₄ entérique	X						26
	Origine du soja			X				27
	Tourteau de soja / colza			X				28
Gestion des effluents	Méthanisation		X					29
Pâturage	Temps de pâturage		X	X				30
Prairies	Légumineuses dans les prairies temporaires			X	X	X		31
	Durée des prairies temporaires				X		X	32
	Prairies permanentes						X	33
Agroforesterie	Haies autour des parcelles						X	34
	Agroforesterie intraparcellaire dans les prairies permanentes						X	35



Réflexion centrée sur des exploitations bovines laitières mais **l'ensemble des pratiques est généralisable aux ruminants** sauf les inhibiteurs de CH₄ entérique où il n'y a que des études sur les bovins lait & viande.



Liste des valeurs unitaires considérées pour les exemples

Type de charges/produits	Valeur économique	Sources
Formation et/ou conseil supplémentaire	1 000 €/formation/agriculteur	Moyenne des formations proposées par les Chambres d'Agriculture, 2023
Marge brute moyenne pour une culture de céréales	750 €/ha	Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, 2019
Prix de vente moyen d'une vache réformée	1 500 €/vache	Web Agri, 2023
Coût d'une génisse jusqu'à son premier vêlage	750 €/génisse	SimuEco – Wisium
Prix du 3-NOP	Entre 18-25 €/1000 L	DSM France, 2023
Prix de l'inhibiteur de méthane entérique à base de végétaux	19 €/vache/an ou génisse/an	Agolin, 2021
Prix du tourteau de soja conventionnel brésilien (déforestation)	440 €/tonne	Web Agri, septembre 2023
Prix du tourteau de colza conventionnel	305 €/tonne	Web Agri, septembre 2023
Unité d'azote minérale	1,50 €/kgN	Expertise des coopératives, moyenne sur 5 ans

- Émissions moyennes de méthane considérées dans les calculs de potentiel carbone : 0,59 kg CO₂ eq/L de lait, (Moyenne des trois régions, Bretagne, Normandie et Pays de la Loire, IDELE, 2021)
- Production moyenne par vache laitière : 7 200 L/Vaches Laitières/an (Bilan de 2022, IDELE, 2023)
- Pour les **variations de rendement (qualité/quantité)**, aucun ordre de grandeur n'a été donné puisqu'ils ne sont pas systématiques et dépendent de nombreux facteurs.
- Dans les exemples, les valeurs de charges, produits, d'émissions et de stockage sont arrondies.



Réduire l'âge au premier vêlage à production constante

Diminution de l'âge au premier vêlage à 24 ou 29 mois :

- À production constante, diminution de la période improductive par vache et donc diminution du nombre de génisses,
- Diminution des émissions directes de méthane entérique et des émissions indirectes liées à l'utilisation de concentrés.

Opportunités

- Amélioration des résultats technico-économiques de l'exploitation
- Diminution du chargement à l'hectare

Limites

- Conduite plus technique qui peut nécessiter du temps de formation et de conseil supplémentaire
- Bouleversement de l'organisation de l'exploitation au niveau de gestion du troupeau et du temps de travail

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits		Charges	Produits
X	X						
Entre - 0,01 et - 0,03 kg CO ₂ eq/L de lait pour une diminution de 4 à 6 mois			Bien-être animal	Diminution du coût des génisses	-		
IDELE, 2021				Formation et/ou conseil supplémentaire	+		
				Valorisation des surfaces libérées (cultures/foin)			+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour production moyenne de 7 200 L de lait/VL/an, taux de renouvellement à 33 % et passage d'un âge au premier vêlage de 29 à 24 mois : 3 hectares libérés

Formation nécessaire
 1 000 €

Gain économique
 52 €/VL/an

Diminution des émissions
 0,14 t CO₂ eq/VL/an



Réduire le taux de renouvellement à production constante

Augmentation du nombre de lactation par vache et donc de leur longévité :

- À production constante, diminution du nombre de génisses,
- Diminution des émissions directes de méthane entérique et des émissions indirectes liées à l'utilisation de concentrés,
- Possible par une sélection génétique ou une amélioration des conditions sanitaires et de vie des vaches notamment en diminuant les risques de mammites et de boiteries qui sont les 2^{ème} et 3^{ème} raisons de réforme.

Opportunités

- Diminution du chargement
- Bilan économique positif si ce levier est couplé avec une diminution de l'âge au premier vêlage

Limites

- Conduite plus technique qui peut nécessiter du temps de formation et de conseil supplémentaire
- bouleversement de l'organisation de l'exploitation au niveau de gestion du troupeau et du temps de travail

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
Jusqu'à - 0,06 kg CO ₂ eq/L de lait pour un passage de 33 % à 25 % IDELE, 2021			Bien-être animal	Diminution du coût des génisses	-	
				Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
				Diminution de la vente de vaches de réforme		-
				Valorisation des surfaces libérées (cultures/foin)		+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une production moyenne de 7 200 L de lait/VL/an, un âge au premier vêlage de 29 mois et un passage du taux de renouvellement de 33 % à 25 %

Formation nécessaire

↑ 1 000 €

Perte économique

↓ 45 €/VL/an

Diminution des émissions

↓ 0,22 t CO₂ eq /VL/an



Augmenter la part des lipides insaturés dans les concentrés

Substitution d'une partie des glucides des concentrés par des lipides insaturés :

- Ajout de lin oléagineux (polyinsaturés), colza sous forme de tourteau gras ou graine de cameline,
- Diminution de la disponibilité d'H₂ (dihydrogène) impliqué dans la méthanogenèse et donc diminution des émissions de méthane entérique. La diminution moyenne est estimée à environ 14 %. (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative

Limites

- Peu de disponibilité sur le marché des lipides insaturés
- Possible augmentation des émissions indirectes des matières premières riches en lipides insaturés
- Le taux de lipides est à surveiller pour ne pas déséquilibrer la flore du rumen des vaches et donc de réduire leur productivité

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
	X					
- 0,08 kg CO ₂ eq/L de lait <i>pour +3% en matière sèche de lipide (taux final à 4,5%)</i>			Filière locale	Augmentation des coûts alimentaires	+	
- 0,03 kg CO ₂ eq/L de lait <i>simulation CAP'2ER avec du lin (graines ou tourteau expeller)</i> INRAE, 2013 et ABCIS, 2023				Possible diminution du taux de matières grasses		-

Exemple à date de septembre 2023 : Pour production moyenne de 7 200 L de lait/VL/an

Augmentation des charges alimentaires

variable

Diminution des émissions

0,40 t CO₂ eq/VL/an



Utiliser des inhibiteurs de CH₄ entérique

Exemples d'inhibiteurs :

- *3-NitroOxyPropanol (3-NOP)* : diminution des émissions directes de méthane de 30 %, autorisé en France, (DSM, 2022)
- *Extraits de végétaux (dont huiles essentielles)* : diminution de 9,2 %, produit pas autorisé en France à date de septembre 2023, (Agolin, 2022)
- *Algues* : des essais sont en cours. (Projet Meth'algues, IDELE, 2023)

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative

Limites

- Mauvaise image du 3-NOP : dérivé du pétrole et potentiellement génotoxique pour les consommateurs
- Il y a déjà des huiles essentielles dans les concentrés, le mélange de plusieurs peut être contreproductif

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
	X					
3-NOP : - 0,17 kg CO ₂ eq/L de lait Huiles essentielles : - 0,05 kg CO ₂ eq/L de lait			Amélioration des conditions de travail (qualité de l'air des bâtiments)	Surcoûts des additifs	+	
				Possible augmentation/diminution de la qualité et quantité de lait		+/-

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une production moyenne de 7 200 L de lait/VL/an et 0,8 génisse/VL

3-NOP

Augmentation des charges

↑ 140 €/VL/an

Diminution des émissions

↓ 1,2 t CO₂ eq/VL/an

Additif à base de végétaux

Augmentation des charges

↑ 35 €/VL/an

Diminution des émissions

↓ 0,36 t CO₂ eq/VL/an



Différence des émissions selon l'origine du soja

Diminution des émissions indirectes liées à l'utilisation de tourteau de soja à plus faible empreinte carbone :

- Comparaison de différents tourteaux de soja par rapport à du tourteau de soja brésilien issu de la déforestation et transformé en France (0,28 kg CO₂ eq/kg de matière première brute). (EcoAlim V8.1)

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative
- Création possible d'une filière soja au sein de la coopérative
- Répond aux attentes sociétales

Limites

- Disponibilité des autres types de soja notamment du soja français
- Prochaine interdiction du soja issu de la déforestation

Émissions indirectes		Émissions directes		Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X								
Pays de production	Pays de transformation	Déforestation	Diminution des émissions en t CO ₂ eq/t de MP brute	Limitation de la déforestation	Augmentation/diminution des coûts alimentaires	+/-		
Brésil	Brésil	Oui	- 0,02		Possible augmentation/diminution de la qualité et quantité de lait	+/-		
Brésil	Brésil	Non	- 1,22					
Brésil	France	Non	-1,27					
France	France	Non	-1,67					

Exemple à date de septembre 2023 : Bilan économique très variable selon les stratégies d'approvisionnement des coopératives et les cours/disponibilités des tourteaux de soja.



Substituer le tourteau de soja par du tourteau de colza

Substitution du tourteau de soja importé par du tourteau de colza français associé à du blé français ou des acides aminés dans les concentrés :

- Diminution des émissions indirectes liées à la production du soja.

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative

Limites

- Disponibilité du tourteau de colza
- Frein psychologique : réticence à lâcher le soja qui est vu comme une matière première de référence
- Besoin de rééquilibrer l'ensemble de la ration et des concentrés

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X						
Entre - 0,01 et - 0,03 kg CO ₂ eq/L de lait <i>selon le soja utilisé au départ et les substituants</i>			Diminution de la déforestation	Augmentation des coûts alimentaires	+	
EcoAlim V8.1 & IDELE, 2023				Possible augmentation/diminution de la qualité et quantité de lait		+/-

Exemple à date de septembre 2023 : La substitution dans les concentrés de 1 kg de tourteau de soja par 1,5 kg de tourteau de colza (*hors ajout d'autres matières premières*) pour une production moyenne de 7 200 L de lait/VL/an

Augmentation des charges
↑ 20 €/t de soja remplacé

Diminution des émissions
↓ 0,14 t CO₂ eq/VL/an



Méthanisation individuelle

Installation d'une unité de méthanisation individuelle en cogénération en voie sèche ou liquide :

- Valorisation de différents co-produits : résidus de culture, couverts & effluents d'élevage,
- Diminution des émissions de méthane (CH₄) et protoxyde d'azote (N₂O) des effluents et des émissions indirectes liées à l'achat d'engrais.

Opportunités

- Autoconsommation ou valorisation économique de l'électricité et de la chaleur (séchage à la ferme par exemple)
- Valorisation du digestat en engrais organique
- Subventions possibles

Limites

- Pratique technique (disponibilité des intrants, entretien,...) qui peut nécessiter du temps de formation et de conseil supplémentaire
- Besoin de main d'œuvre supplémentaire

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
			Diversification des activités de l'exploitation	Investissement initial	+	
				Coûts de fonctionnement annuels (main d'œuvre, réparations, ...), 0,5 à 1 ETP qualifié	+	
			Diminution des mauvaises odeurs	Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
				Valorisation d'électricité (vente/autoconsommation)	-	+
				Valorisation de la chaleur (vente/autoconsommation)	-	+
				Possible diminution des charges de fertilisation	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Bilan économique et carbone très variables selon les projets, les investissements commencent à 400 000 € pour des micro-méthanisations et vont jusqu'à plusieurs millions. Le bilan économique annuel peut être positif selon les contrats négociés.



Augmentation de la part de pâturage

Augmentation de la valorisation des fourrages herbagers en début de printemps et à l'automne :

- Diminution des émissions indirectes liées aux concentrés,
- Diminution des émissions directes par une augmentation de la part de déjections en prairies (moins émettrices qu'en bâtiment).

Opportunités

- Relance la culture de l'herbe (attente sociétale)

Limites

- Parcellaire pas adapté en termes de proximité aux bâtiments et taille des troupeaux
- Nombre moyen de jours de pâturage déjà élevé dans les régions de l'ouest

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 0,01 kg CO ₂ eq/L de lait pour une augmentation de 20 jours INRAE, 2013			Biodiversité	Diminution de l'achat de concentrés	-	
			Bien-être animal	Diminution de l'utilisation de litière	-	
			Autonomie de l'exploitation	Diminution de la quantité d'effluents à épandre	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une production moyenne de 7 200 L de lait/VL/an (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Diminution des charges

↓ 10 à 20 €/VL/an

Diminution des émissions

↓ 0,07 t CO₂ eq/VL/an



Ajouter des légumineuses aux prairies temporaires

Réduction des apports en engrais azotés dans les prairies et source de protéine pour les vaches :

- Par fixation symbiotique, les légumineuses participent au stockage d'azote dans le sol,
- En moyenne entre 20 à 40 % de légumineuses sont implantés dans la prairie,
- Diminution des émissions directes et indirectes qui sont liées à la fertilisation azotée (diminution des émissions indirectes liées aux concentrés non calculée dans cette fiche).
- Dose réduite estimée en moyenne à 29 kgN/ha. (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Valorisation des légumineuses en fourrage
- Augmentation de la qualité des prairies

Limites

- Bien choisir les mélanges et les légumineuses selon la rotation et des adventices présentes sur les parcelles

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité du sol	Surcoûts des semences	+	
			Qualité de l'eau	Diminution de l'achat d'engrais azotés	-	
			Biodiversité	Possible diminution de l'achat de concentrés	-	
				Possible augmentation de la qualité et quantité de lait		+

Exemple à date de septembre 2023 : Différence entre un mélange classique et un mélange avec légumineuse (surcoûts des semences annualisés sur 3 ans), diminution de la dose de 29 kgN/ha

Diminution des charges
↓ 5 à 25 €/ha/an

Diminution des émissions
↓ 0,37 t CO₂ eq/ha/an



Allonger la durée des prairies temporaires d'un an

Diminution du nombre de retournement des prairies temporaires :

- Limiter le déstockage par retournement,
- Diminuer le nombre de passage de tracteurs et donc des émissions directes liées à la consommation de carburant par rapport à une culture classique (type blé, maïs ou orge).

Opportunités

- Possible à production de lait constante
- Diminution de l'utilisation d'énergie fossile (augmentation de la volatilité des prix et réponse aux attentes sociétales)

Limites

- Bouleversement des rotations
- Pratique non intégrée dans les outils de diagnostic carbone pour les exploitations laitières (âge des prairies non pris en compte)
- Variation des quantités de concentrés (azotés et énergétiques)

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X	X				
102 kg CO ₂ eq/ha prairie/an supplémentaire <i>bilan entre les diminutions des émissions et le stockage</i> LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité du sol et paysagère	Diminution de la marge brute par hectare		-
			Biodiversité	Possible augmentation/diminution de la qualité et quantité de lait		+/-
			Autonomie de l'exploitation			

Exemple à date de septembre 2023 : Par rapport à une culture classique (blé, orge ou maïs)

Diminution des produits

↓ 750 €/ha/an

Diminution des émissions

↓ 0,10 t CO₂ eq/ha/an



Convertir des prairies temporaires en prairies permanentes

Maintien du stock de carbone dans le sol en l'absence de retournement

Opportunités

- Répond aux attentes sociétales

Limites

- Besoin d'entretenir la prairie (apports minéraux, sur-semis)
- Dévaluation économique du foncier entre des prairies temporaires et des prairies permanentes lors des transmissions d'exploitation
- Nécessite de bien choisir les espèces et variétés

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
973 kg CO ₂ eq stocké/ha prairie permanente/an INRAE, 2013			Qualité du sol, de l'eau et paysagère	Diminution des charges liées au retournement (carburant, temps de travail)	-	
				Augmentation des charges liées au maintien de la qualité des prairies permanentes	+	
			Biodiversité	Diminution de la marge brute par hectare		-
				Possible augmentation/diminution de la qualité et quantité de lait		+/-

Exemple à date de septembre 2023
: Bilan économique très variable selon les rotations initiales (INRAE, Pellerin et al., 2013 & Web Agri, 2018)

Augmentation des charges d'entretien
↑ 25 à 45 €/ha/an

Diminution des charges de retournement
↓ 112 €/ha/an

Diminution des produits
↓ 750 €/ha/an

Diminution des émissions
↓ 0,97 t CO₂ eq/ha/an



Planter des haies autour des prairies

Stockage additionnel de carbone dans le sol et la biomasse souterraine et isolation naturelle :

- Différents types de haies et de plan de gestion.

Opportunités

- Filière de valorisation du bois au sein de la coopérative
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative pour l'achat des plants et la gestion des arbres
- Ombrage supplémentaire pour les animaux

Limites

- Capacité limitée du stockage de carbone dans le sol
- Formation et temps de travail supplémentaire si la gestion des haies est faite en interne
- Capacité limitée à développer davantage le bocage dans les régions de l'ouest
- Nécessite d'avoir une CUMA ou une ETA ayant les outils nécessaires à proximité de l'exploitation
- Contrainte réglementaire pour la retirer

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
Sol : 77 à 394 kg CO ₂ eq stocké/100 mètre linéaire (ml) de haie/an			Qualité du sol, de l'eau et paysagère	Achats des plants, préparation de la terre et plantation	+	
Biomasse souterraine : 40 à 320 kg CO ₂ eq stocké/100 ml de haie/an				Biodiversité	Entretien annuel des haies	+
LBC Haies V1			Filière locale	Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
				Récolte	+	+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une haie de 200 mètres (potentiel moyen pour un hectare) et une productivité moyenne de 10 tonnes/100 ml sur un cycle de 10 ans (détails des coûts page n°120)

Investissement

↑ 5 590 €/ha

Gain économique

↑ 94 €/ha/an

Stockage

↑ 0,83 t CO₂ eq/ha/an



Agroforesterie sur des prairies permanentes

Stockage additionnel de carbone dans le sol et la biomasse souterraine :

- Exemples d'espèces possibles : chêne vert, pin parasol, peuplier, merisier et noyer,
- Densité entre 20 et 50 arbres/ha.

Opportunités

- Filière de valorisation du bois/des fruits au sein de la coopérative
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative pour l'achat des plants et la gestion des arbres
- Levier de résilience (adaptation au changement climatique) en donnant accès à des zones ombragées pour les animaux

Limites

- Perte de surface cultivable
- bouleversement des habitudes d'entretien des parcelles

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
3,7 t CO ₂ eq stocké/ha en agroforesterie/an (moyenne linéarisée sur 20 ans pour 22 plants/ha) Chambre d'Agriculture de Bretagne, 2023 INRAE, 2013			Qualité du sol, de l'eau et paysagère	Achats des plants, préparation de la terre et plantation	+	
			Biodiversité	Entretien annuel des arbres	+	
			Bien-être animal	Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
			Filière locale	Récolte (bois/fruits)	+	+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une densité de 50 arbres/ha et une productivité moyenne de 5 tonnes/ha sur un cycle de 10 ans (détails des coûts page n°121)

Investissement

↑ 3 165 €/ha

Gain économique

↑ 23,5 €/ha/an

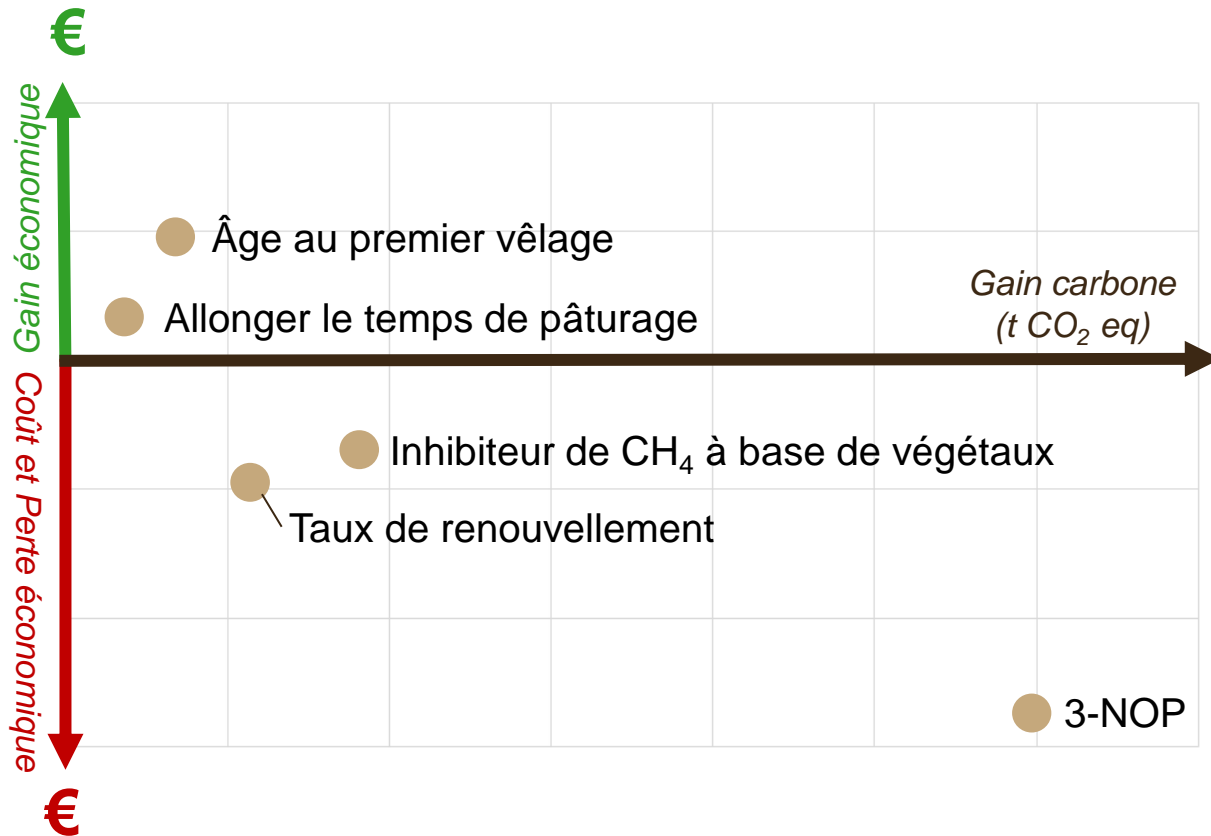
Stockage

↑ 3,7 t CO₂ eq/ha/an

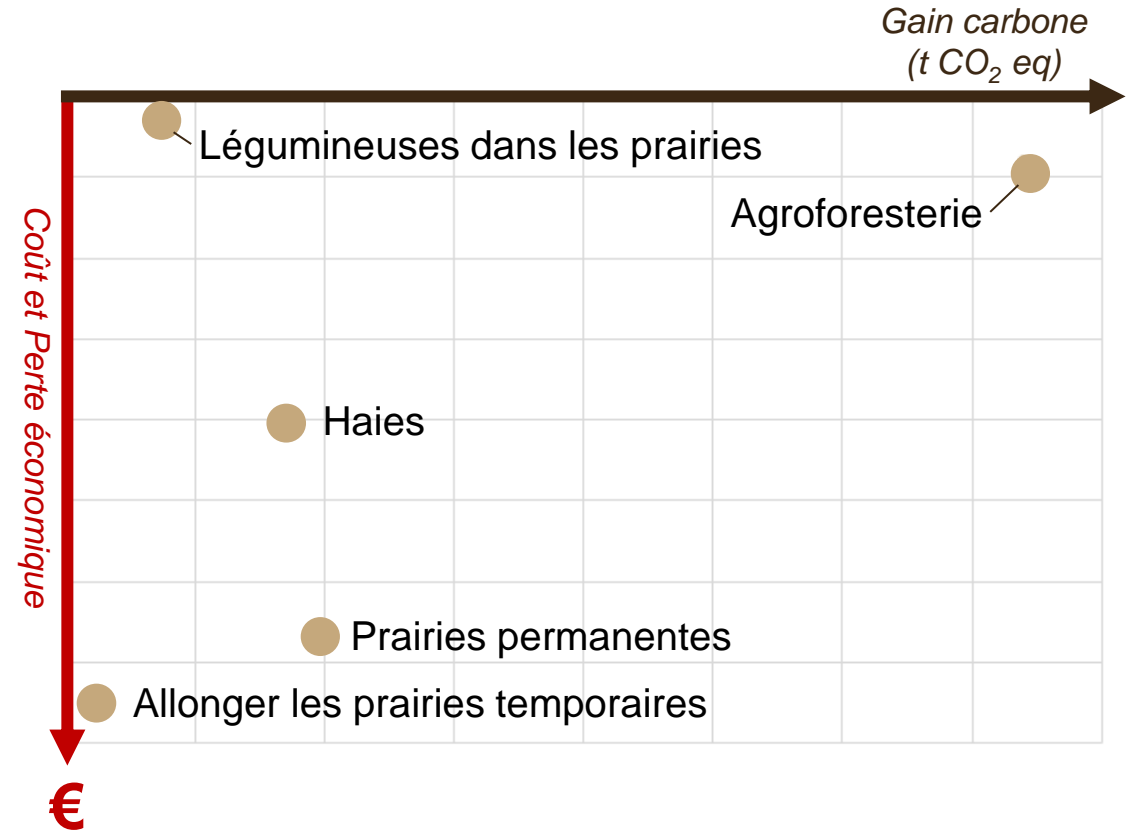


Vue d'ensemble simplifiée du bilan économique et carbone des pratiques à partir des exemples chiffrés et à date de septembre 2023

Bilan par vache laitière et par an (/VL/an)



Bilan par hectare et par an (/ha/an)





Autres pratiques identifiées – Bovin Lait

Optimiser la production par animal :

- Diminuer la mortalité (mammites, boiteries),
- Améliorer la qualité de vie des vaches (sortir aux champs, ventilation dans les bâtiments, ...),
- Choisir des espèces performantes génétiquement (résistance aux maladies, réduction de la production de méthane entérique, ...).

Diminution de l'utilisation d'énergie (carburant et électricité) :

- Réduire le nombre de passage de tracteurs au champ,*
- Optimiser la puissance du tracteur, sa pression des pneus et son lestage (passage des tracteurs en banc d'essai),*
- Réduire la distance des parcelles à l'exploitation,
- Adopter une conduite économe,
- Installer un pré-refroidisseur à lait et un récupérateur de chaleur sur le tank.

*La FR CUMA OUEST a réalisé une étude de comparaison des consommations de carburant de plusieurs tracteurs et outils. (voir page n°123)

Améliorer l'alimentation des vaches :

- Optimiser les quantités de concentrés et leur qualité (stade de croissance de la vache, teneur en azote, ...),
- Favoriser une autonomie fourragère : fabriquer ses propres aliments/concentrés,
- Favoriser une autonomie protéique : valoriser des cultures de légumineuses/méteil en fourrage.

Améliorer la gestion et le stockage des effluents :

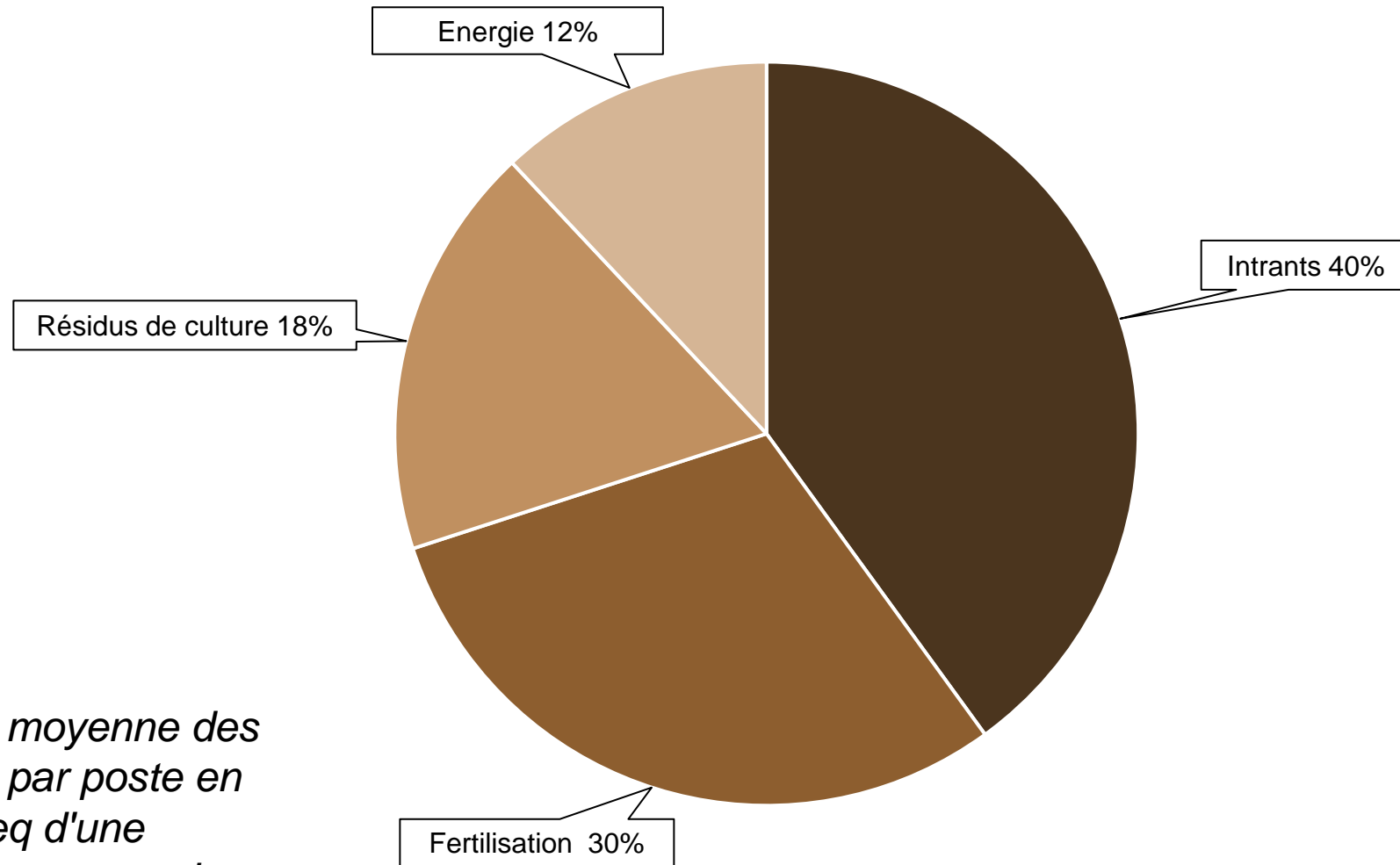
- Couvrir les fosses,
- Favoriser la formation d'une croûte naturelle dans les fosses de stockage,
- Augmenter la fréquence de raclage des bâtiments.

Grandes cultures

- **Introduction**
- **Liste des valeurs unitaires considérées**
 1. **Gestion de la fertilisation azotée**
 2. **Volatilisation des engrais**
 3. **Travail du sol**
 4. **Résidus de culture**
 5. **Intercultures**
 6. **Agroforesterie et foresterie**
- **Vue d'ensemble des pratiques**
- **Autres leviers**



Postes d'émissions d'une exploitation en grandes cultures



Répartition moyenne des émissions par poste en CO₂ eq d'une exploitation en grandes cultures



Pratiques Grandes Cultures

Groupe de pratiques	Changement de pratiques agricoles bas-carbone	Poste d'émissions réduits				Stockage de carbone	Numéro de pages
		Intrants	Fertilisation	Résidus de culture	Énergie		
Gestion de la fertilisation azotée	Outils d'aide à décision	X	X				43
	Chaulage	X	X				44
	Inhibiteurs de nitrification	X	X				45
	Légumineuses (en cycle long)	X	X				46
	Engrais décarbonés	X					47
Volatilisation des engrais	Ammonitrate au lieu d'urée	X	X				48
	Enfourer les engrais organiques	X	X				49
Réduire le travail du sol	Passer du labour continu au travail superficiel du sol				X		50
	Passer au semis direct				X		51
Résidus de culture	Restituer les pailles			X		X	52
Intercultures	Restituer les intercultures courtes					X	53
Agroforesterie	Haies autour des parcelles					X	54
	Agroforesterie intraparcellaire					X	55
Foresterie	Boisement des parcelles peu productives	X	X	X		X	56



Liste des valeurs unitaires considérées pour les exemples

Type de charges/produits	Valeur économique	Sources
Formation et/ou conseil supplémentaire	1 000 €/formation/agriculteur	Moyenne des formations proposées par les Chambres d'Agriculture, 2023
Unité d'azote minérale	1,50 € / kgN	Expertise des coopératives, moyenne sur 5 ans
Chaux vive (VN = 94%)	240 €/t	Agroéconomie, septembre 2023
Prix de vente de paille de blé en botte	60 à 120 €/t	
Coût moyen d'un OAD par satellite	15 €/ha	Expertise des coopératives
Marge brute moyenne des différentes cultures	Colza : 800 €/ha Blé : 850 €/ha Orge : 700 €/ha Pois : 500 €/ha	Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, 2019
Coûts des différentes opérations culturales	-	Matériels agricoles – Coûts des opérations culturales, 2022, Chambre d'Agriculture
Mise en place et restitution d'un couvert	100 à 300 €/ha	Fiche technique, Chambres d'agriculture, 2015
GNR	1,4 €/L	Ministère de la Transition Écologique, septembre 2023

- Pour les **variations de rendement (qualité/quantité)**, aucun ordre de grandeur n'a été donné puisqu'ils ne sont pas systématiques et dépendent de nombreux facteurs.
- Dans les exemples, les valeurs de charges, produits, d'émissions et de stockage sont arrondies.



1. Gestion de l'azote

2. Volatilisation des engrais

3. Travail du sol

4. Résidus de cultures

5. Intercultures

6. Agroforesterie et foresterie

Utiliser un OAD à l'optimum technico-économique

Optimisation de la valorisation de l'azote selon le potentiel des parcelles :

- Diminution des apports azotés minéraux dits de sécurités comme l'apport au tallage pour les cultures d'hiver (-15 kgN/ha) grâce à une mesure des reliquats en sortie d'hiver, la dose est ajustée selon le potentiel de la parcelle et des conditions climatiques,
- Deux types d'OAD : plan de fumure et par satellite (inter- ou intra- parcellaire).

Opportunités

- Diminution l'utilisation d'azote (volatilité des prix)
- Particulièrement adapté pour le blé, l'orge, le colza et le tournesol
- Plan de fumure déjà obligatoire donc gratuit

Limites

- Réticence des agriculteurs au risque
- Il n'y a pas forcément une diminution des apports sur plusieurs années selon les conditions climatiques/nature du sol
- L'entrée de réflexion des OAD est sur la qualité de l'eau et non sur le carbone, des calculs supplémentaires sont nécessaires pour déterminer l'optimum carbone en kg CO₂ eq/qtX

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité de l'eau	Diminution de l'achat d'engrais azotés si diminution de la quantité	-	
			Qualité de l'air	Coûts de l'outil par satellite	+	
				Possible augmentation du rendement		+

Exemple à date de septembre 2023 : Sans variation de rendement, une diminution d'apport de -15 kgN/ha en utilisant un OAD par satellite

Diminution des charges
↓
5 à 10 €/ha/an

Diminution des émissions
↓
0,19 t CO₂ eq/ha/an



Augmenter le pH des sols acides par chaulage

Optimisation de la valorisation de l'azote en augmentant le pH entre 6,4 et 6,8 :

- Diminution des émissions directes de protoxyde d'azote (N₂O),
- Possible diminution de la dose à apporter donc des émissions directes et indirectes liées à la fertilisation azotée.

Opportunités

- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative
- Notamment pour les parcelles acides du Massif armoricain
- Pas d'achat de matériel spécifique puisqu'il y a déjà majoritairement un chaulage d'entretien


Limites

- Possible augmentation globale des émissions indirectes liées à l'augmentation de l'utilisation de chaux ou de carbonate


Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Augmentation des émissions indirectes liées au chaulage	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X						
- 30 kg CO ₂ eq/ha - <i>exemple pour un passage de 6 à 6,5</i> - 12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu LBC Grandes Cultures V1.1			Chaux vive : + 0,31 kg CO ₂ eq/kg VN LBC SOBAC'ECO-TMM V1	Qualité du sol, de l'eau et de l'air	Achat de la chaux/du carbonate	+	
					Diminution de l'achat d'engrais azotés	-	
					Possible augmentation du rendement		+

Exemple à date de septembre 2023 : Sans variation de rendement, un passage de 6 à 6,5 (apport de 500 kg VN de chaux vive) et une diminution de la dose de 10 kgN/ha

Augmentation des charges

 115 €/ha/an

Diminution des émissions

 0,02 t CO₂ eq/ha/an



1. Gestion de l'azote

2. Volatilisation des engrais

3. Travail du sol

4. Résidus de cultures

5. Intercultures

6. Agroforesterie et foresterie

Utiliser un inhibiteur de nitrification

En combinaison avec des apports ammoniacaux ou uréiques, optimisation de la valorisation de l'azote :

- Réduction des pertes d'azote par dénitrification, lessivage et volatilisation, avec un raisonnement à nombre constant d'apports, la dose à apporter peut être réduite,
- Dose réduite estimée en moyenne à 10,2 kgN/ha. (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative

Limites

- Nécessite de recalculer les apports

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité de l'eau	Surcoûts de l'inhibiteur	+	
			Qualité de l'air	Diminution de l'achat d'engrais azotés	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Pour un passage de 80 kgN d'urée à 69,8 kgN d'urée protégée (NBPT) par hectare

Augmentation des charges de fertilisation azotée
 10 à 30 %/ha/an

Diminution des émissions
 0,13 t CO₂ eq/ha/an



Inclure des cultures fixatrices d'azote aux rotations

Réduction de la quantité d'engrais azotés à apporter grâce à la fixation symbiotique des légumineuses :

- Cultures fixatrices d'azote : féverole, pois, lupin, trèfles, ...
- Diminution des émissions indirectes et directes liées à la fertilisation azotée,
- Dose réduite estimée en moyenne à 33 kgN/ha pour la culture suivante. (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Possible développement d'une filière de valorisation au sein de la coopérative

Limites

- Fréquence de retour faible dans la rotation à causes des diverses maladies/pathogènes (entre 5 et 7 ans)
- Valorisation économique plus incertaine (fortes variations de rendements, prix de vente plus faible, ...)

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité du sol, de l'eau et de l'air	Diminution de l'achat d'engrais azotés pour la culture suivante	-	
			Diversification des activités de l'exploitation	Augmentation/diminution de la marge brute <u>par rapport à la culture initialement prévue</u>		+/-
				Possible augmentation du rendement		+

Exemple à date de septembre 2023 : Sans variation de rendement, passage de la rotation colza-blé-orge à colza-blé-pois

Diminution des charges

↓ 20 €/ha/an

Diminution des produits

↓ 40 €/ha/an

Diminution des émissions

↓ 0,42 t CO₂ eq/ha/an



1. Gestion de l'azote

3. Travail du sol

5. Intercultures

2. Volatilisation des engrais

4. Résidus de cultures

6. Agroforesterie et foresterie

Utiliser des engrais décarbonés

Utilisation d'engrais décarbonés (décarbonation du processus de fabrication) :

- Aucune émission ou peu d'émissions indirectes,
- Élaboration en cours pour avoir des engrais décarbonés avec des prix accessibles notamment avec l'utilisation d'énergies renouvelables.

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place

Limites

- Disponibilité des engrais décarbonés
- La valorisation carbone pourrait se faire au niveau des industriels et non des agriculteurs

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X						
<i>Dépend du type d'engrais :</i> Entre - 0,70 et - 1 kg CO ₂ eq/kg d'engrais LBC SOBAC'ECO-TMM V1			-	Augmentation des charges de fertilisation azotée	+	

Exemple à date de septembre 2023 : Pour 100 kg d'engrais (prix des engrais décarbonés encore non connu)

Augmentation des charges

↑ ?? €/ha/an

Diminution des émissions

↓ 0,085 t CO₂ eq/ha/an



Substitution de l'urée par de l'ammonitrate

Diminution de la volatilisation et diminution de l'empreinte carbone de l'azote utilisé :

- L'ammonitrate est moins émetteur (plus stable) de N₂O que l'urée au champ donc la dose à apporter sera réduite donc diminution des émissions indirectes et directes,
- Dose réduite estimée en moyenne à 17 kgN/ha pour la culture suivante. (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative


Limites

- Disponibilité de l'ammonitrate sur le marché


Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu - 0,57 kg CO ₂ eq/kgN d'urée remplacé par de l'ammonitrate LBC Grandes Cultures V1.1 & SOBAC'ECO-TMM V1			Qualité de l'eau	Augmentation des charges de fertilisation azotée	+	
			Qualité de l'air	Diminution de l'achat d'engrais d'urée	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Pour un passage de 80 kgN d'urée à 63 kgN d'ammonitrate par hectare

Augmentation des charges de fertilisation azotée

 10 à 30 %/ha/an

Diminution des émissions

 0,25 t CO₂ eq/ha/an



Enfourir les engrais organiques

Diminution de la volatilisation des engrais organiques et donc diminution de la dose à apporter :

- Grâce au labour, à l'ajout d'une rampe à pendillards ou d'un enfouisseur sur les tonnes à lisier,
- Diminution des émissions indirectes et directes liées à la fertilisation azotée,
- Dose réduite estimée en moyenne à 7 kgN/ha pour la culture suivante. (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Pratique déjà obligatoire en bordure des maisons et plans d'eau
- Technique adaptée pour des cultures type maïs, colza et prairies

Limites

- Pas possible pour les céréales à pailles puisque les apports sont faits après la mise en place de la culture
- Pour les prairies pâturées, il faut attendre entre la fertilisation et la mise au pré pour éviter des contaminations sanitaires (germes des fumiers)

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
-12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu <small>LBC Grandes Cultures V1.1</small>			Qualité de l'eau et de l'air Diminution des mauvaises odeurs	Augmentation des charges d'épandage	+	
				Diminution de l'achat d'engrais azotés	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une tonne à liser équipée d'une rampe à pendillards, main d'œuvre incluse (variable selon les tailles de tonne et de pendillards)

Augmentation des charges

0 à 20 €/ha/an

Diminution des émissions

0,09 t CO₂ eq/ha/an



Passer d'un labour continu à un travail superficiel du sol

Diminution de la consommation de carburant durant les années sans labour (moins de poids à tracter) :

- Possible couplage avec un labour périodique tous les 3/5 ans pour la gestion des adventices et pathogènes,
- Diminution estimée moyenne de 28 L de fioul/ha/an (deux cultures sur l'année). (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Valorisation en Agriculture de Conservation du Sol (ACS)
- Formation commune des techniciens et agriculteurs aux nouvelles pratiques (diminution des frais de formation)
- Diminution de l'utilisation d'énergies fossiles

Limites

- Nécessite de revoir l'itinéraire technique (rotation et diversification) pour la gestion des adventices
- Évolutions réglementaires concernant le glyphosate

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
	X					
- 3,25 kg CO ₂ eq/L de GNR			Qualité du sol	Diminution des charges de travail du sol	-	
LBC Grandes Cultures V1.1			Diminution de l'érosion	Formation et/ou conseil supplémentaire	+	



Le stockage additionnel de carbone dans le sol par un travail simplifié du sol ne fait pas consensus dans la communauté scientifique, il est donc exclu.

Exemple à date de septembre 2023 : Pour l'utilisation d'un strip till pour deux cultures

Formation nécessaire

↑ 1 000 €

Diminution des charges

↓ 20 à 160 €/ha/an

Diminution des émissions

↓ 0,09 t CO₂ eq/ha/an



Passer au semis direct

Diminution de la consommation de carburant durant les années sans labour (moins de poids à tracter) :

- Possible couplage avec un labour périodique tous les 3/5 ans pour la gestion des adventices et pathogènes,
- Diminution estimée moyenne de 40 L de fioul/ha/an pour un passage du labour au semis direct (deux cultures sur l'année), (INRAE, Pellerin et al., 2013)
- Diminution estimée moyenne de 12~13 L de fioul/ha/an pour un passage de Techniques Culturelles Simplifiées (TCS) au semis direct (deux cultures sur l'année). (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Valorisation en Agriculture de Conservation du Sol (ACS)
- Formation commune des techniciens et agriculteurs aux nouvelles pratiques (diminution des frais de formation)
- Diminution de l'utilisation d'énergies fossiles

Limites

- Nécessite de revoir l'itinéraire technique (rotation et diversification) pour la gestion des adventices
- Évolutions réglementaires concernant le glyphosate

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
	X					
- 3,25 kg CO ₂ eq/L de GNR LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité du sol	Diminution des charges de travail du sol et semis	-	
			Diminution de l'érosion	Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
				Possible augmentation des charges de désherbage	+	



Le stockage additionnel de carbone dans le sol par un travail simplifié du sol ne fait pas consensus dans la communauté scientifique, il est donc exclu.

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une transition de TCS au semis direct pour deux cultures

Formation nécessaire

1 000 €

Diminution des charges

40 à 160 €/ha/an

Diminution des émissions

0,04 t CO₂ eq/ha/an



Restituer les résidus de culture en système céréalier

Stockage additionnel de matière organique dans le sol :

- Forte variation du stockage selon la taille de coupe, de l'espèce, du rendement obtenu et du type de sol,
- Possible diminution de la fertilisation et donc des émissions directes et indirectes.

Opportunités


Limites


- Stockage limité de carbone dans le sol
- Nécessite des analyses de sol pour déterminer précisément le stockage
- Dans les zones d'élevage, les pailles sont exportées et valorisées pour les exploitations bovines

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
Entre 0,11 et 0,92 t CO ₂ eq stocké/ha/an - études réalisées sur des pailles entre 4 et 10 tMS/ha/an INRAE, 2020			Qualité du sol Diminution de l'irrigation	Diminution de la valorisation des pailles		-
				Possible diminution des charges de fertilisation à rendement constant	-	
				Possible augmentation du rendement		+

 Les émissions au champ dues à la minéralisation de la matière organique ne sont pas incluses.

Exemple à date de septembre 2023 : Diminution de la vente de 7 tonnes de paille de blé en botte par hectare

Diminution des produits
 400 à 800 €/ha/an

Stockage
 0,51 t CO₂ eq/ha/an



Mettre en place et restituer des intercultures courtes

Couverts végétaux estivaux :

- Stockage additionnel de carbone issu de la biomasse du couvert (aérienne et souterraine),
- Différentes espèces qui peuvent être couplées : moutarde, céréales, légumineuses, ... ,
- Forte variation du stockage selon les espèces, du rendement obtenu et du type de sol (pour des résultats précis, se référer à la méthode MERCI).

Opportunités

- Réglementation liée à l'obligation de mettre en place des couverts hivernaux
- Diminution l'utilisation d'azote (volatilité des prix)

Limites

- Stockage limité de carbone dans le sol
- Certains mélanges créent des nuisances pour les cultures suivantes
- Besoin de bouleverser les rotations dans certains cas
- Plus grande incertitude sur les rendements

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X	X				
En moyenne 462 kg CO ₂ eq stocké/ha de couvert enfoui			Qualité du sol et de l'eau Biodiversité	Coûts de mise en place et de restitution des couverts	+	
- 12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu <i>si légumineuses</i>				Possible augmentation/diminution des charges de fertilisation pour la culture suivante	+/-	
LBC Grandes Cultures V1.1				Possible augmentation du rendement		+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour un couvert sans légumineuse

Augmentation des charges

100 à 300 €/ha/an

Stockage

0,46 t CO₂ eq/ha/an



Planter des haies autour des parcelles

Stockage additionnel de carbone dans le sol et la biomasse souterraine et isolation naturelle :

- Différents types de haies et de plan de gestion.

Opportunités

- Filière de valorisation du bois au sein de la coopérative
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative pour l'achat des plants et la gestion des arbres

Limites

- Capacité limitée du stockage de carbone dans le sol
- Formation et temps de travail supplémentaire si la gestion des haies est faite en interne
- Capacité limitée à développer davantage le bocage dans les régions de l'ouest
- Nécessite d'avoir une CUMA ou une ETA ayant les outils nécessaires à proximité de l'exploitation
- Contrainte réglementaire pour la retirer

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
Sol : 77 à 394 kg CO ₂ eq stocké/100 mètre linéaire (ml) de haie/an			Qualité du sol, de l'eau et paysagère	Achats des plants, préparation de la terre et plantation	+	
				Entretien annuel des haies	+	
Biomasse souterraine : 40 à 320 kg CO ₂ eq stocké/100 ml de haie/an			Biodiversité	Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
LBC Haies V1			Filière locale	Récolte	+	+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une haie de 200 mètres (potentiel moyen pour un hectare) et une productivité moyenne de 10 tonnes/100 ml sur un cycle de 10 ans (détails des coûts page n°120)

Investissement
↑ 5 590 €/ha

Gain économique
↑ 94 €/ha/an

Stockage
↑ 0,83 t CO₂ eq/ha/an



Agroforesterie sur des parcelles cultivées

Stockage additionnel de carbone dans le sol et la biomasse souterraine :

- Exemples d'espèces possibles : chêne vert, pin parasol, peuplier, merisier et noyer,
- Densité entre 20 et 50 arbres/ha.

Opportunités

- Filière de valorisation du bois/des fruits au sein de la coopérative
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative pour l'achat des plants et la gestion des arbres
- Levier de résilience (adaptation au changement climatique)

Limites

- Perte de surface cultivable
- Bouleversement dans les habitudes d'entretien des parcelles

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
+ 3,7 t CO ₂ eq stocké/ha en agroforesterie/an - <i>moyenne linéarisée</i> Chambre d'Agriculture de Bretagne, 2023 INRAE, 2013			Qualité du sol, de l'eau et paysagère	Achats des plants, préparation de la terre et plantation	+	
			Biodiversité	Entretien annuel des arbres	+	
			Diminution de l'irrigation	Augmentation du temps pour les passages de tracteurs	+	
			Filière locale	Formation et/ou supplémentaire	+	
				Récolte (bois/fruits)	+	+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une densité de 50 arbres/ha et une productivité moyenne de 5 tonnes/ha sur un cycle de 10 ans (détails des coûts page n°121)

Investissement
 2 398 €/ha

Gain économique
 23,5 €/ha/an

Stockage
 3,7 t CO₂ eq/ha/an



Convertir des parcelles agricoles en parcelles forestières

Valorisation des parcelles agricoles à faible rendement ou mal placée en parcelle forestière :

- Augmentation du stockage de carbone dans le sol et la biomasse,
- Diminution des émissions indirectes et directes liées à l'exploitation agricole de la parcelle.

Opportunités

- Filière de valorisation du bois au sein de la coopérative
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative pour l'achat des plants et la gestion des arbres

Limites

- Capacité limitée du stockage de carbone dans le sol
- Choix des espèces qui doit prendre en compte les futures variations de climat

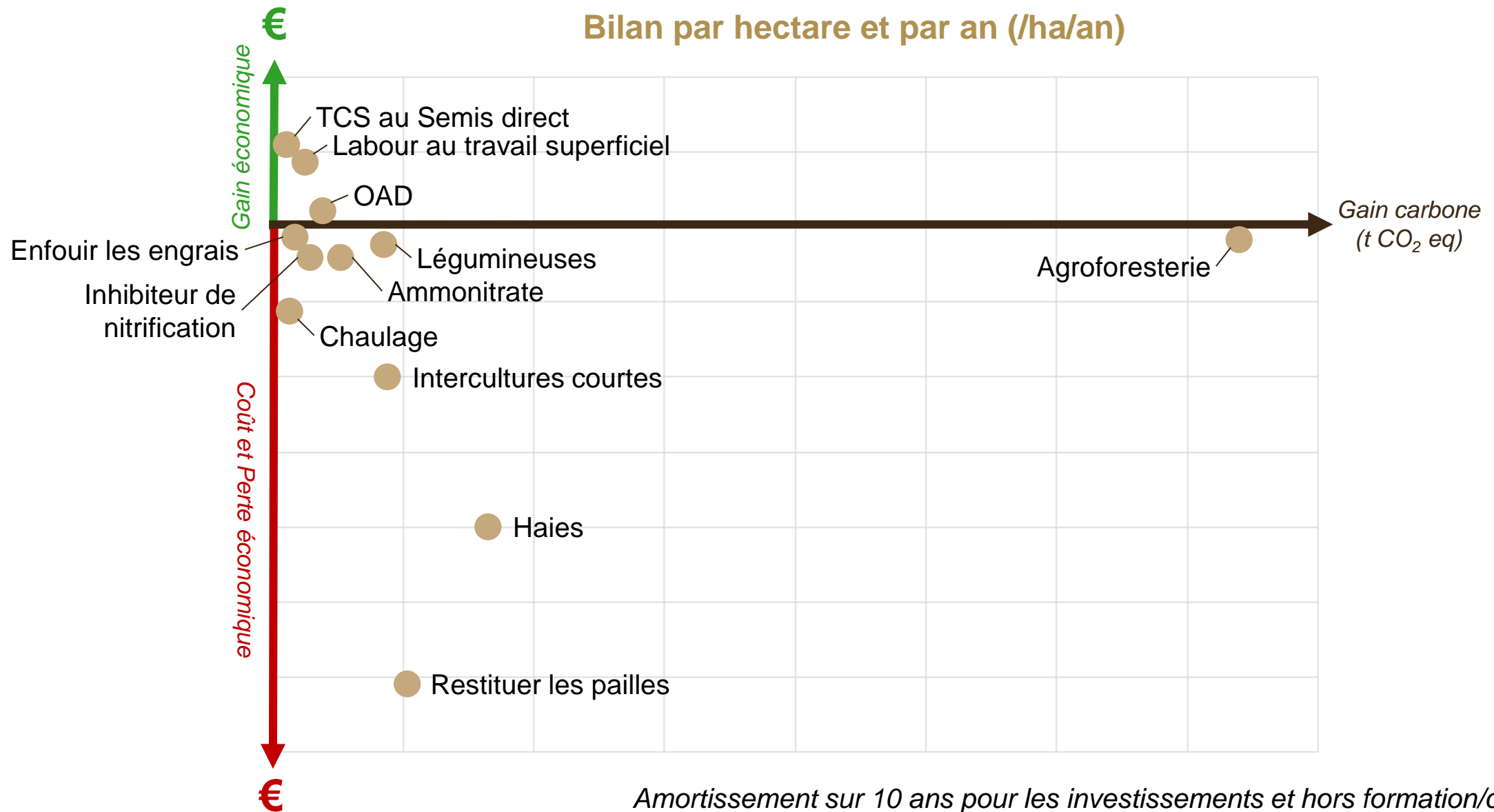
Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
Entre 2,75 et 9 t CO ₂ eq/ha/an - <i>moyenne linéarisée</i>			Diversification des activités de l'exploitation	Achats des plants, préparation de la terre et plantation	+	
LBC Boisement V1				Entretien annuel des arbres	+	
				Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
				Possible augmentation/diminution de la marge brute à l'hectare		+/-

Exemple à date de septembre 2023 : Bilan économique et carbone très variables selon les projets (taille des parcelles, positionnement, espèces choisies, ...)



Vue d'ensemble simplifiée du bilan économique et carbone des pratiques

à partir des exemples chiffrés et à date de septembre 2023





Autres pratiques identifiées – Grandes cultures

Diminution de l'utilisation d'énergie (carburant et électricité) :

- Réduire le nombre de passage de tracteurs au champ,*
- Optimiser la puissance du tracteur, sa pression des pneus et son lestage (passage des tracteurs en banc d'essai),*
- Adopter une conduite économe,
- Bien choisir le système d'irrigation (pompe, débit, ...),
- Réduire la distance des parcelles à l'exploitation,
- Opter pour une méthode de séchage et stockage économe.

*La FR CUMA OUEST a réalisé une étude de comparaison des consommations de carburant de plusieurs tracteurs et outils. (voir page n°123)

Planter des cultures stockeuses de carbone ou d'azote :

- Planter des couverts en cultures associées,
- Intégrer des prairies temporaires aux rotations.

Planter des cultures valorisables pour d'autres secteurs :

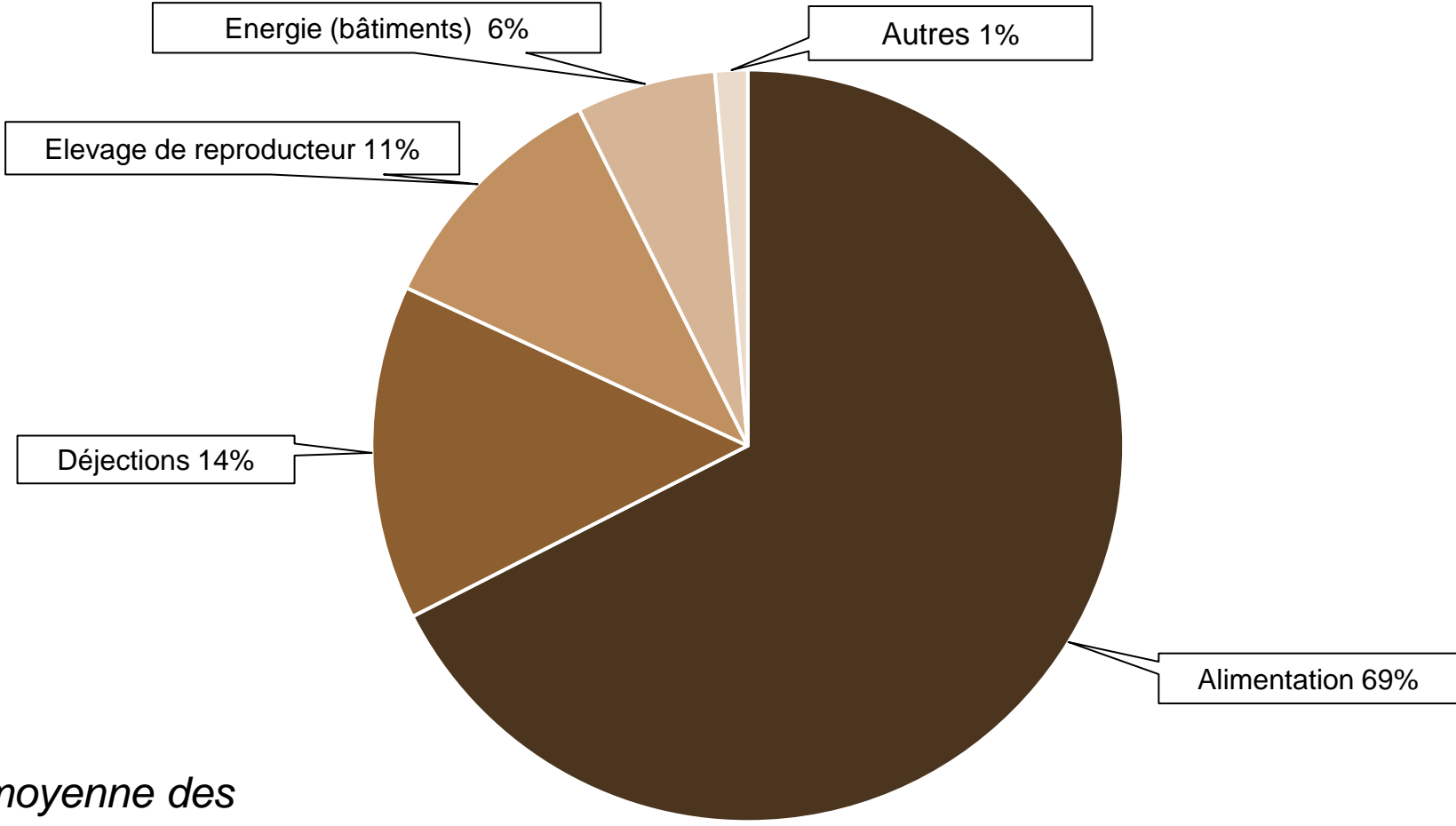
- Planter du chanvre pour la filière biomatériaux,
- Exporter les couverts végétaux pour des unités de méthanisation ou pour faire du biocarburant.

Poules pondeuses

- **Introduction**
 - 1. Alimentation**
 - 2. Gestion des effluents**
 - 3. Parcours**
- **Autres leviers**



Postes d'émissions d'une exploitation de poules pondeuses



*Répartition moyenne des émissions par poste en CO₂ eq d'une exploitation **volaille***



Pratiques Poules pondeuses

Groupe de pratiques	Changement de pratiques agricoles bas-carbone	Postes d'émissions réduits				Stockage de carbone	Numéro de pages
		Alimentation	Déjections	Reproducteur	Énergie		
Alimentation	Substituer le soja par de la féverole	X					62
	Substituer le soja par de la spiruline/farine d'insectes	X					63
	Origine du soja	X					64
	Optimiser l'indice de consommation	X					65
Gestion des effluents	Méthanisation		X				66
Parcours	Planter des haies autour des bâtiments et parcours					X	67
	Planter des bosquets et des arbres dans les parcours					X	68



Réflexion centrée sur des exploitations en poules pondeuses mais **l'ensemble des pratiques est généralisable aux volailles.**



Substituer tout ou partie du soja par de la féverole

Diminution des émissions indirectes liées à l'utilisation de tourteau de soja :

- Remplacement des principaux ingrédients (dont le soja, le maïs et le blé) par de la féverole française ayant une empreinte carbone plus faible.

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative
- Création d'une filière féverole au sein de la coopérative avec des agriculteurs d'autres branches

Limites

- Déclassement possible des œufs (poids, forme, solidité, ...)
- Augmentation possible du taux d'azote dans les fientes à cause d'une moins bonne assimilation

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X					Augmentation des coûts alimentaires	+
- 0,062 kg CO ₂ eq/kg aliment <i>pour 20 % de féverole au total</i> ITAVI, 2015			Filière française et/ou locale	Diminution de la qualité des œufs		-

Exemple : Étude menée par l'ITAVI en 2015

Pertes économiques

- 14 % de chiffre d'affaires



Substituer tout ou partie du soja par de la spiruline ou de la farine d'insectes

Diminution des émissions indirectes liées à l'utilisation de tourteau de soja :

- Utilisation de nouveaux composés : spiruline (micro-algues) ou farine d'insectes.

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place
- R&D à l'échelle de la coopérative

Limites

- Substituts pas encore utilisés à grande échelle
- Disponibilité des substituts

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X						
<i>Aucune donnée à date de septembre 2023</i>			<i>Filière locale (pour la spiruline)</i>	Augmentation/diminution des coûts alimentaires	+/-	
				Possible augmentation/diminution de la qualité des œufs		+/-

Exemple à date de septembre 2023 : Pas encore de données économiques existantes.



Différence des émissions selon l'origine du soja

Diminution des émissions indirectes liées à l'utilisation de tourteau de soja :

- Comparaison de différents tourteaux de soja par rapport à du tourteau de soja brésilien issu de la déforestation et transformé en France (0,28 kg CO₂ eq/kg de matière première brute). (EcoAlim V8.1)

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative
- Création possible d'une filière soja au sein de la coopérative
- Répond aux attentes sociétales

Limites

- Disponibilité des autres types de soja notamment du soja français
- Prochaine interdiction du soja issu de la déforestation

Émissions indirectes		Émissions directes		Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X								
Pays de production	Pays de transformation	Déforestation	Diminution des émissions en t CO ₂ eq/t de MP brute		Limitation de la déforestation	Augmentation/Diminution des coûts alimentaires	+/-	+/-
Brésil	Brésil	Oui	- 0,02					
Brésil	Brésil	Non	- 1,22					
Brésil	France	Non	-1,27					
France	France	Non	-1,67		Possible augmentation/diminution de la qualité et quantité d'œufs			

Exemple à date de septembre 2023 : Bilan économique très variable selon les stratégies d'approvisionnement des coopératives et les cours/disponibilités des tourteaux de soja.



Optimiser l'indice de consommation (IC)

Optimisation de la production d'œufs par kg d'aliment donné :

- Diminution des émissions indirectes liées aux aliments des poules,
- Trois types de leviers sont possibles : amélioration de la qualité des aliments, des conditions de vie des poules (accès à l'eau, température, ...) et/ou des conditions sanitaires.

Opportunités

- Amélioration des performances technico-économiques

Limites

- De nombreux facteurs influencent l'IC, il peut donc être difficile de trouver les leviers à améliorer

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X						
Entre - 0,03 et - 0,09 kg CO ₂ eq/kg d'œufs			Possible amélioration du bien-être animal	Possible augmentation des charges liées à l'amélioration des conditions de vie et sanitaires (achats et temps de travail)	+	
Agribalyse V3.1.1 & ABCIS, 2023				Possible augmentation/diminution des coûts alimentaires	+/-	
				Possible augmentation/diminution de la qualité des œufs		+/-

Exemple à date de septembre 2023 : Bilan économique très variable selon les leviers mis en place.



Méthanisation

Participation à une unité de méthanisation collective ou vente des fientes à unité de méthanisation :

- Valorisation des effluents d'élevage,
- Diminution des émissions directes de méthane (CH₄) et protoxyde d'azote (N₂O) émis par les effluents.

Opportunités

- Valorisation de l'électricité et de la chaleur (autoconsommation ou vente)
- Valorisation du digestat en engrais organique

Limites

- Conduite technique (disponibilité des intrants, entretien,...)
- Investissements et coûts annuels importants
- Besoin de main d'œuvre supplémentaire +0,20 à 0,25 ETP
- Les fientes de volaille ne se méthanisent pas seules, il faut d'autres intrants (fumiers de porc/bovins et CIVE)

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits		Charges	Produits
	X			Méthanisation collective	Exportation		
- 1 % à - 5% des émissions globales ABCIS, 2023			Diversification des activités de l'exploitation Diminution des mauvaises odeurs	Méthanisation collective	Investissement initial	+	
				Méthanisation collective	Coûts de fonctionnement	+	
				Méthanisation collective	Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
				Méthanisation collective	Valorisation de l'électricité, de la chaleur <i>si cogénération</i> et des digestats	-	+
			Exportation	Vente des fientes			+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour la **méthanisation**, le bilan économique et carbone très variables selon les projets, les investissements commencent à 400 000 € pour des micro-méthanisations et vont jusqu'à plusieurs millions. Le bilan économique annuel peut être positif selon les contrats négociés. Et pour l'**exportation**, le prix de vente des fientes dépend des contrats négociés, souvent de gré à gré entre les agriculteurs.



Planter des haies autour des parcours et bâtiments

Stockage additionnel de carbone dans le sol et la biomasse souterraine :

- Différents types de haies et de plan de gestion.

Opportunités

- Filière de valorisation du bois au sein de la coopérative
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative pour l'achat des plants, la gestion et la valorisation des arbres

Limites

- Capacité limitée du stockage de carbone dans le sol
- Formation et temps de travail supplémentaire si la gestion des haies est faite en interne
- Capacité limitée à développer davantage le bocage dans les régions de l'ouest
- Nécessite d'avoir une CUMA ou une ETA ayant les outils nécessaires à proximité de l'exploitation
- Contrainte réglementaire pour la retirer

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
Sol : 77 à 394 kg CO ₂ eq stocké/100 mètre linéaire (ml) de haie/an Biomasse souterraine : 40 à 320 kg CO ₂ eq stocké/100 ml de haie/an LBC Haies V1			Qualité du sol, de l'eau et paysagère Biodiversité Filière locale	Achats des plants, préparation de la terre et plantation Entretien annuel des haies Formation et/ou conseil supplémentaire Récolte	+ + + +	+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une haie de 200 mètres (potentiel moyen pour un hectare) et une productivité moyenne de 10 tonnes/100 ml sur un cycle de 10 ans (détails des coûts page n°120)

Investissement
 5 590 €/ha

Gain économique
 94 €/ha/an

Stockage
 0,83 t CO₂ eq/ha/an



Planter des bosquets et alignements d'arbres dans les parcours

Stockage additionnel de carbone dans le sol et la biomasse souterraine :

- Différents types de plan et espèces pour les bosquets, *exemples : peuplier, pommier, poirier, ...*

Opportunités

- Filière de valorisation du bois au sein de la coopérative
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative pour l'achat des plants, la gestion et la valorisation des arbres
- Optimisation de l'utilisation du parcours par les poules

Limites

- Capacité limitée du stockage de carbone dans le sol
- Formation et temps de travail supplémentaire si la gestion des haies est faite en interne
- Problèmes sanitaires dans les parcours (grippe aviaire)

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
	-		Biodiversité	Achats des plants, préparation de la terre et plantation	+	
			Bien-être animal	Entretien annuel des haies	+	
			Qualité du sol, de l'eau et paysagère	Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
			Filière locale	Récolte (bois/fruits)	+	+



Exemple à date de septembre 2023 : Bilan économique et carbone très variables selon les projets (taille des parcelles, positionnement, espèces choisies, ...), il est possible selon les densités de se référer aux haies ou à l'agroforesterie intraparcellaire.



Autres pratiques identifiées (toutes volailles confondues)

Alimentation :

- Utiliser des matières premières (acides aminés) à faible impact carbone,
- Adapter au plus juste les quantités selon les stades de développement des volailles,
- Utiliser des additifs pour augmenter la digestibilité des aliments et ainsi diminuer le taux d'azote dans les fientes (micro-organismes, enzymes, ...).

Diminution de l'utilisation d'énergie :

- Améliorer l'isolation des bâtiments,
- Adopter un éclairage à basse consommation (éclairage naturel, LED, tube fluorescent, ...),
- Utiliser une chaudière à biomasse ou une pompe à chaleur,
- Automatiser la gestion climatique du bâtiment (ouvrants, éclairage, ventilation, chauffage, ...),
- Installer un plancher chauffant.

Améliorer la gestion et le stockage des effluents :

- Compostage des fientes,
- Couvrir les fosses,
- Favoriser la formation d'une croûte naturelle dans les fosses de stockage,
- Utiliser des méthodes d'épandage diminuant la volatilisation (pendillards).

Légumes de plein-champ

- Introduction
- Liste des valeurs unitaires considérées
 1. Gestion de la fertilisation azotée
 2. Volatilisation des engrais
 3. Travail du sol
 4. Résidus de culture
 5. Intercultures
 6. Agroforesterie
- Vue d'ensemble des pratiques
- Autres leviers

Pratiques Légumes

Groupe de pratiques	Changement de pratiques agricoles bas-carbone	Postes d'émissions réduits				Stockage de carbone	Numéro de pages
		Intrants	Fertilisation	Résidus de culture	Énergie		
Gestion de la fertilisation azotée	OAD (plan de fumure)	X	X				74
	Inhibiteurs de nitrification	X	X				75
	Légumineuses (en cycle long)	X	X				76
	Engrais décarbonés	X					77
Volatilisation des engrais	Enfourer les engrais organiques	X	X				78
Réduire le travail du sol	Passer du labour continu au travail superficiel du sol				X		79
	Passer au semis direct				X		80
Résidus de culture	Restituer les résidus de cultures (chou-fleur, artichaut, ...)					X	81
Intercultures	Mettre en place et restituer des couverts végétaux					X	82
Agroforesterie	Haies autour des parcelles					X	83



À date de l'étude, aucune étude n'a chiffré les émissions des différents postes d'une exploitation française produisant des légumes de plein-champ. Se référer aux grandes cultures page n°40.



Liste des valeurs unitaires considérées pour les exemples

Type de charges/produits	Valeur économique	Sources
Formation et/ou conseil supplémentaire	1 000 €/formation/agriculteur	Moyenne des formations proposées par les Chambres d'Agriculture, 2023
Unité d'azote minérale	1,50 € / kgN	Expertise des coopératives, moyenne sur 5 ans
Coûts des différentes opérations culturales	-	Matériels agricoles – Coûts des opérations culturales, 2022, Chambre d'Agriculture
GNR	1,4 €/L	Ministère de la Transition Écologique, septembre 2023
Mise en place et restitution d'un couvert	100 à 300 €/ha	Fiche technique, Chambres d'agriculture, 2015

- Pour les **variations de rendement (qualité/quantité)**, aucun ordre de grandeur n'a été donné puisqu'ils ne sont pas systématiques et dépendent de nombreux facteurs.
- Dans les exemples, les valeurs de charges, produits, d'émissions et de stockage sont arrondies.



Optimiser les plans de fumure

Optimisation de la valorisation de l'azote selon le potentiel des parcelles :

- Diminution des apports azotés minéraux dits de sécurités et donc diminution des émissions indirectes et directes liées à la fertilisation azotée,
- Dose ajustée selon les conditions climatiques et les antécédents culturaux en plein-champ et sous-abri froid.

Opportunités

- Diminution l'utilisation d'azote (volatilité des prix)
- Diminution de la sensibilité à certains pathogènes et/ou champignons en optimisant la fertilisation

Limites

- Calcul au cas par cas à faire pour les cultures de plein-champ et sous-abri froid (aucune méthode générale existe)

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
-12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité de l'eau	Diminution de l'achat d'engrais azotés si diminution de la quantité	-	
				Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
			Qualité de l'air	Possible augmentation du rendement		+

Exemple à date de septembre 2023 : Sans variation de rendement et hors conseil supplémentaire, diminution d'apport de -15 kgN/ha

Diminution des charges

↓ 20 €/ha/an

Diminution des émissions

↓ 0,19 t CO₂ eq/ha/an



Utiliser un inhibiteur de nitrification

En combinaison avec des apports ammoniacaux ou uréiques, optimisation de la valorisation de l'azote :

- Réduction des pertes d'azote par dénitrification, lessivage et volatilisation, avec un raisonnement à nombre d'apports constant la dose à apporter peut être réduite,
- Dose réduite estimée en moyenne à 10,2 kgN/ha. (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative

Limites

- Nécessite de recalculer les apports

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité de l'eau	Surcoûts de l'inhibiteur	+	
			Qualité de l'air	Diminution de l'achat d'engrais azotés	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Pour un passage de 80 kgN d'urée à 69,8 kgN d'urée protégée (NBPT) par hectare

Augmentation des charges de fertilisation azotée :

↑ 10 à 30 %/ha/an

Diminution des émissions

↓ 0,13 t CO₂ eq/ha/an



Inclure des cultures fixatrices d'azote aux rotations

Réduction de la quantité d'engrais azotés à apporter grâce à la fixation symbiotique des légumineuses :

- Cultures fixatrices d'azote : féverole, pois, lupin, trèfles, ...
- Diminution des émissions indirectes et directes liées à la fertilisation azotée,
- Dose réduite estimée en moyenne à 33 kgN/ha pour la culture suivante. (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Possible développement d'une filière de valorisation au sein de la coopérative
- Plutôt à inclure dans les intercultures

Limites

- Fréquence de retour faible dans la rotation à causes des diverses maladies/pathogènes (entre 5 et 7 ans)
- Valorisation économique plus incertaine (fortes variations de rendements, prix de vente plus faible, ...)
- Rotations déjà très denses

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité du sol, de l'eau et de l'air	Diminution de l'achat d'engrais azotés pour la culture suivante	-	
			Diversification des activités de l'exploitation	Possible augmentation/diminution de la marge brute par rapport à la culture initialement prévue		+/-
				Possible augmentation du rendement		+

Exemple à date de septembre 2023 : Sans variation de rendement, diminution d'apport de 33 kgN/ha

Diminution des charges
↓ 50 €/ha/an

Diminution des émissions
↓ 0,42 t CO₂ eq/ha/an



Utiliser des engrais décarbonés

Utilisation d'engrais décarbonés :

- Aucune émission ou peu d'émissions indirectes c'est-à-dire lors de la fabrication des engrais.

Opportunités

- Pratique facile à mettre en place

Limites

- Disponibilité des engrais décarbonés
- La valorisation carbone pourrait se faire au niveau des industriels et non des agriculteurs

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X						
<i>Dépend du type d'engrais :</i> Entre - 0,70 et - 1 kg CO ₂ eq/kg d'engrais LBC SOBAC'ECO-TMM V1			-	Augmentation des charges de fertilisation azotée	+	

Exemple à date de septembre 2023 : Pour 100 kg d'engrais (prix des engrais décarbonés encore non connu)

Augmentation des charges
 ?? €/ha/an

Diminution des émissions
 0,085 t CO₂ eq/ha/an



Enfouir les engrais organiques

Diminution de la volatilisation des engrais organiques et donc diminution de la dose à apporter :

- Grâce au labour, à l'ajout d'une rampe à pendillards ou d'un enfouisseur sur les tonnes à lisier,
- Diminution des émissions indirectes et directes liées à la fertilisation azotée,
- Dose réduite estimée en moyenne à 7 kgN/ha pour la culture suivante. (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Pratique déjà obligatoire en bordure des maisons et plans d'eau
- Diminution l'utilisation d'azote (volatilité des prix)

Limites

- Disponibilité de la matière organique

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits		Charges	Produits
X	X						
-12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité de l'eau et de l'air	Augmentation des charges d'épandage		+	
			Diminution des mauvaises odeurs	Diminution de l'achat d'engrais azotés		-	

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une tonne à lisier équipée d'une rampe à pendillards, main d'œuvre incluse (variable selon les tailles de la tonne à lisier et des rampes à pendillards)

Augmentation des charges
 0 à 20 €/ha/an

Diminution des émissions
 0,09 t CO₂ eq/ha/an



Passer d'un labour continu à un travail superficiel du sol

Diminution de la consommation de carburant durant les années sans labour (moins de poids à tracter) :

- Possible couplage avec un labour périodique tous les 3/5 ans pour la gestion des adventices et pathogènes,
- Diminution estimée moyenne de 28 L de fioul/ha/an (deux cultures sur l'année). (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Valorisation en Agriculture de Conservation du Sol (ACS)
- Formation commune des techniciens et agriculteurs aux nouvelles pratiques (diminution des frais de formation)
- Diminution de l'utilisation d'énergies fossiles

Limites

- Nécessite de revoir l'itinéraire technique (rotation et diversification) pour la gestion des adventices
- Évolutions réglementaires concernant le glyphosate

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
	X					
- 3,25 kg CO ₂ eq/L de GNR LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité du sol	Diminution des charges de travail du sol	+	
			Diminution de l'érosion	Formation et/ou supplémentaire	+	

Le stockage additionnel de carbone dans le sol par un travail simplifié du sol ne fait pas consensus dans la communauté scientifique, il est donc exclu.

Exemple à date de septembre 2023 : Pour l'utilisation d'un strip till pour **trois cultures dans l'année**

Formation nécessaire
 1 000 €

Diminution des charges
 30 à 240 €/ha/an

Diminution des émissions
 0,14 t CO₂ eq/ha/an



Passer au semis direct

Diminution de la consommation de carburant durant les années sans labour (moins de poids à tracter) :

- Possible couplage avec un labour périodique tous les 3/5 ans pour la gestion des adventices et pathogènes,
- Diminution estimée moyenne de 40 L de fioul/ha/an pour un passage du labour au semis direct (deux cultures sur l'année), (INRAE, Pellerin et al., 2013)
- Diminution estimée moyenne de 12~13 L de fioul/ha/an pour un passage de Techniques Culturelles Simplifiées (TCS) au semis direct (deux cultures sur l'année). (INRAE, Pellerin et al., 2013)

Opportunités

- Valorisation en Agriculture de Conservation du Sol (ACS)
- Formation commune des techniciens et agriculteurs aux nouvelles pratiques (diminution des frais de formation)
- Diminution de l'utilisation d'énergies fossiles

Limites

- Nécessite de revoir l'itinéraire technique (rotation et diversification) pour la gestion des adventices
- Évolutions réglementaires concernant le glyphosate

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
	X					
- 3,25 kg CO ₂ eq/L de GNR LBC Grandes Cultures V1.1			Qualité du sol Diminution de l'érosion	Diminution des charges de travail du sol et semis	-	
				Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
				Possible augmentation des charges de désherbage	+	



Le stockage additionnel de carbone dans le sol par un travail simplifié du sol ne fait pas consensus dans la communauté scientifique, il est donc exclu.

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une transition du labour au semis direct pour **trois cultures dans l'année**

Formation nécessaire

1 000 €

Diminution des charges

300 à 600 €/ha/an

Diminution des émissions

0,19 t CO₂ eq/ha/an



Restituer les résidus de culture

Stockage additionnel de matière organique dans le sol :

- Forte variation du stockage selon la taille de coupe, de l'espèce (chou-fleur, artichaut, ...), du rendement obtenu et du type de sol.

Opportunités

- Pratiques déjà généralisées mais qui continuent encore de stocker du carbone dans les sols
- Pas de coûts supplémentaires puisque pratique déjà réalisée
- Les résidus de culture de chou-fleur peuvent contenir en moyenne 200 kgN/ha et 120 kgN/ha pour des brocolis

Limites

- Stockage limité de carbone dans le sol
- Nécessite des analyses de sol pour déterminer précisément le stockage
- À éviter en cas de parcelles affectées par des maladies

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
<p>Pas d'étude réalisée sur les légumes, une parcelle de chou-fleur a une biomasse restituable moyenne de 2 tMS/ha (<i>Pour des pailles entre 4 et 10 tMS/ha, stockage moyen de 110 à 917 kg CO₂ eq stocké/ha</i>)</p> <p>-12,7 kg CO₂ eq/kgN minéral non épandu</p> <p>LBC Grandes Cultures V1.1, INRAE, 2020 & SIMEOS AMG</p>			<p>Qualité du sol</p> <p>Diminution de l'irrigation</p>	<p>Possible diminution des charges de fertilisation à rendement constant</p>	-	
				<p>Possible augmentation du rendement</p>		+

Les émissions au champ due à la minéralisation de la matière organique ne sont pas incluses.



Mettre en place et restituer des intercultures (couverts végétaux)

Couverts végétaux hivernaux (obligatoire) et/ou estivaux :

- Stockage additionnel de carbone issu de la biomasse du couvert (aérienne et souterraine)
- Différentes espèces qui peuvent être couplées : moutarde, céréales, légumineuses, ...
- Forte variation du stockage selon les espèces, du rendement obtenu et du type de sol (pour des résultats précis, se référer à la méthode MERCI).

Opportunités

- Réglementation liée à l'obligation de mettre en place des couverts hivernaux
- Diminution l'utilisation d'azote (volatilité des prix)

Limites

- Stockage limité de carbone dans le sol
- Certains mélanges créent des nuisances pour les cultures suivantes
- Besoin de bouleverser les rotations dans certains cas
- Plus grande incertitude sur les rendements

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X	X				
En moyenne 462 kg CO ₂ eq stocké/ha de couvert enfoui			Qualité du sol et de l'eau Biodiversité	Coûts de mise en place et de restitution des couverts	+	
-12,7 kg CO ₂ eq/kgN minéral non épandu <i>si légumineuses</i>				Possible augmentation/diminution des charges de fertilisation pour la culture suivante	+/-	
LBC Grandes Cultures V1.1				Possible augmentation du rendement		+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour un couvert sans légumineuse

Augmentation des charges
↑ 100 à 300 €/ha/an

Stockage
↑ 0,46 t CO₂ eq/ha/an



Planter des haies autour des parcelles

Stockage additionnel de carbone dans le sol et la biomasse souterraine :

- Différents types de haies et de plan de gestion.

Opportunités

- Filière de valorisation du bois au sein de la coopérative en paillage par exemple
- Mutualisation possible à l'échelle de la coopérative pour l'achat des plants et la gestion des arbres

Limites

- Capacité limitée du stockage de carbone dans le sol
- Corps étrangers (type feuille ou branche) lors des récoltes
- Effets de bordures
- Biodiversité favorisée néfaste pour les cultures cf. Auxil'Haie
- Nécessite d'avoir une CUMA ou une ETA ayant les outils nécessaires à proximité de l'exploitation
- Contrainte réglementaire pour la retirer

Émissions indirectes<	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
		X				
Sol : 77 à 394 kg CO ₂ eq stocké/100 mètre linéaire (ml) de haie/an			Qualité du sol, de l'eau et paysagère	Achats des plants, préparation de la terre et plantation	+	
Biomasse souterraine : 40 à 320 kg CO ₂ eq stocké/100 ml de haie/an				Biodiversité	Entretien annuel des haies	+
LBC Haies V1			Filière locale	Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
				Récolte	+	+

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une haie de 200 mètres (potentiel moyen pour un hectare) et une productivité moyenne de 10 tonnes/100 ml sur un cycle de 10 ans (détails des coûts page n°120)

Investissement

↑ 5 590 €/ha

Gain économique

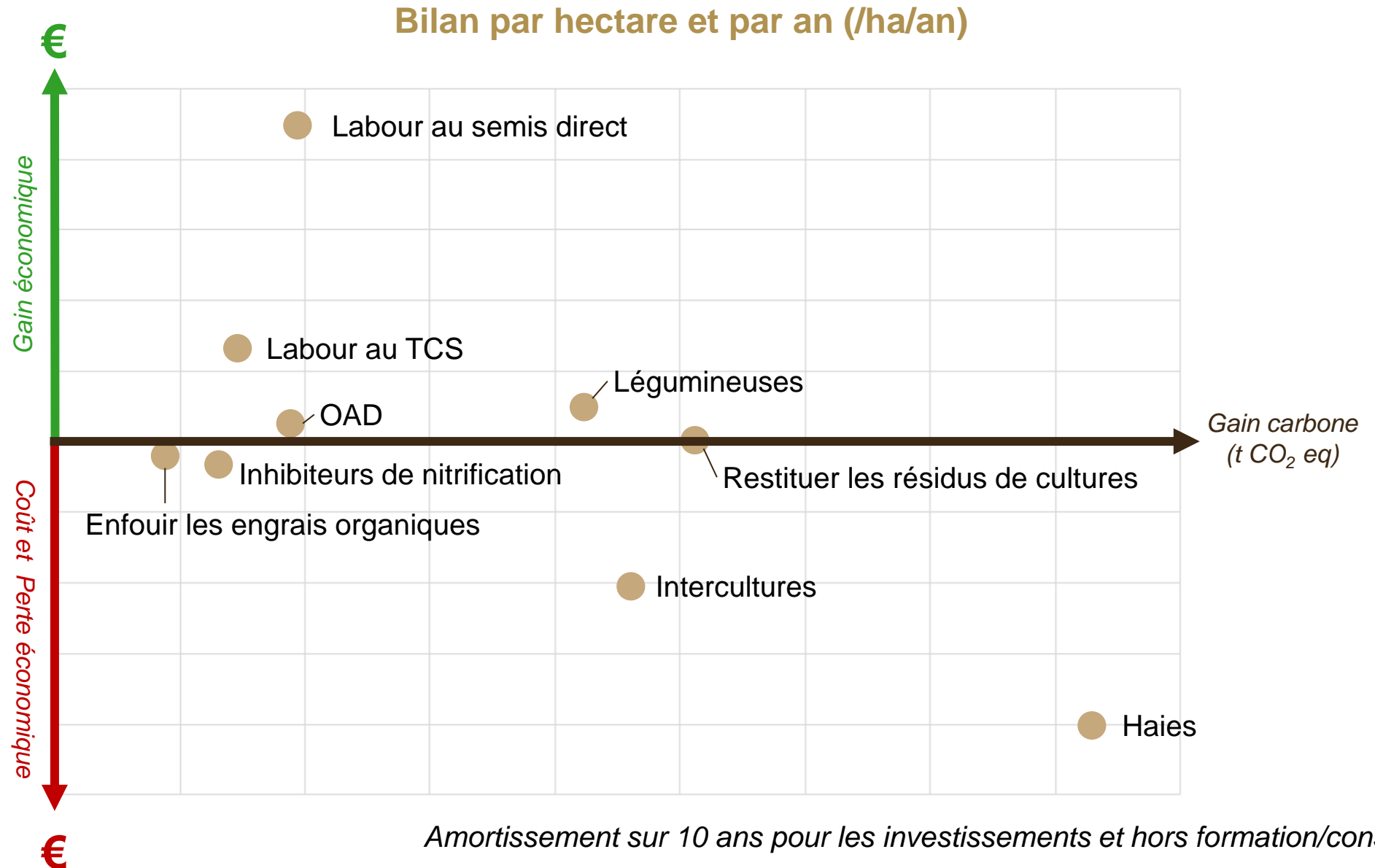
↑ 94 €/ha/an

Stockage

↑ 0,83 t CO₂ eq/ha/an

Vue d'ensemble simplifiée du bilan économique et carbone des pratiques

à partir des exemples chiffrés et à date de septembre 2023



Autres pratiques identifiées – Légumes

Diminuer de l'utilisation d'énergie (carburant et électricité) :

- Réduire le nombre de passage de tracteurs au champ,*
- Optimiser la puissance du tracteur, sa pression des pneus et son lestage (passage des tracteurs en banc d'essai),*
- Adopter une conduite économe,
- Bien choisir le système d'irrigation (pompe, débit, ...),
- Réduire la distance des parcelles à l'exploitation,
- Optimiser les trajets des légumes (proximité au centre de collecte de la coopérative).

*La FR CUMA OUEST a réalisé une étude de comparaison des consommations de carburant de plusieurs tracteurs et outils. (voir page n°123)

Planter des cultures stockeuses de carbone ou d'azote :

- Planter des couverts en cultures associées,
- Intégrer des prairies temporaires aux rotations.

Diminuer les émissions liées à la fertilisation :

- Utiliser des nouveaux fertilisants (probiotiques, biochar, ...),
- Utiliser des engrais à faible empreinte carbone et/ou stockeur de carbone (origine organique par exemple).

Planter des cultures valorisables pour d'autres secteurs :

- Exporter les couverts végétaux pour des unités de méthanisation ou pour faire du biocarburant.

Diminuer les émissions post-récolte :

- Utiliser des emballages à faible empreinte carbone (bois, carton),
- Privilégier un conditionnement au champ pour diminuer le transport de matière organique inutilement (feuilles/ racines non consommées).

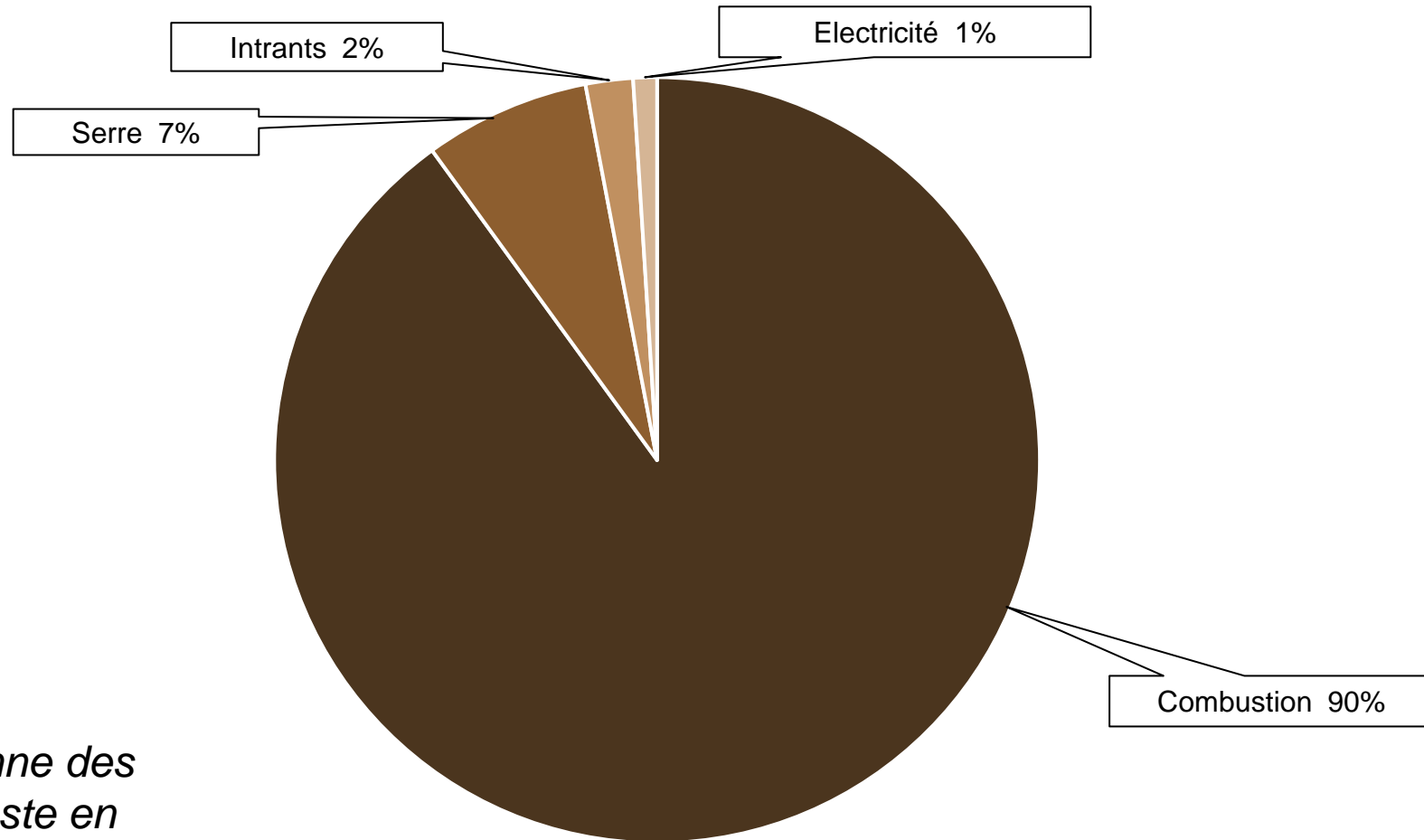


Cultures sous serre chauffée

- **Introduction**
- **Liste des valeurs unitaires considérées**
 1. **Énergie**
 2. **CO₂**
 3. **Substrats**
 4. **Haies**
- **Vue d'ensemble des pratiques**
- **Autres leviers**



Postes d'émissions d'une exploitation avec des serres chauffées



*Répartition moyenne des émissions par poste en CO₂ eq d'une exploitation sous serre chauffée au **gaz naturel***



Pratiques Serre

Groupe de pratiques	Changement de pratiques agricoles bas-carbone	Postes d'émissions réduits				Stockage de carbone	Numéro de pages
		Combustion	Serres	Intrants	Électricité		
Diminution du besoin de chauffage	Simple / Double écran thermique	X		X			91
	Isolation des parois	X		X			92
	Films infrarouges sur les toits	X		X			93
	Ordinateur climatique	X		X			94
	Installer un déshumidificateur	X		X			95
	Stockage intersaisonnier	X		X			96
Type d'énergie	Passer du gaz à des énergies renouvelables (méthanisation, solaire, biomasse, pompe à chaleur)	X		X			97-100
Origine du CO ₂	Récupérateur de CO ₂ au cogénérateur	X		X			101
	Bio CO ₂			X			102
Substrats	Empreinte carbone des différents substrats			X			103
Haies	Haies autour des serres	X		X		X	104



Réflexion centrée sur des exploitations avec des serres chauffées au gaz naturel.



Liste des valeurs unitaires considérées pour les exemples

Type de charges/produits	Valeur économique	Sources
Gaz TTC (avril 2023)	60 €/MWh	Expertises des coopératives
Biogaz avec garantie d'origine du fournisseur TTC (avril 2023)	80 €/MWh	
Prix de l'électricité TTC (avril 2023)	180 €/MWh	
Bois A pour des maraichers (avec subvention)	60 €/MWh (85 €/MWh sans subvention)	
Coût annuel lié à l'achat de CO ₂ (location de la cuve à 300 €/mois et achat de 150 t CO ₂ /an à 180 €/t CO ₂ avril 2023)	31 000 €/ha/an	
Écrans thermiques simples	7 €/m ² de serre	
Écrans thermiques latéraux	9 €/m ² de serre	
Ordinateur climatique	Entre 1 500 et 65 000 €	
Déshumidificateur	30 €/m ² de serre	
Récupérateur de CO ₂ sur une unité de cogénération	500 000 €	
Substrat à base de fibre de coco	0,83 €/cube (0,00065 m ³)	Grownshop, septembre 2023
Laine de roche	1,70 €/cube (0,0008 m ³)	
Film infrarouge et anti-condensation	16 €/m ² de serre	Ten easy ways to cut energy costs in existing greenhouse spaces, Focus on energy – Wisconsin, 2008
Chaudière à biomasse (ensemble de l'installation)	0,5 à 1 M€/MW de puissance chaudière	ADEME, 2011
ETP d'un technicien qualifié (maintenance chaudière)	30 000 €/an	talent.com, 2023
Entretien annuel d'une centrale thermique	0,60 €/m ²	Chambre d'Agriculture Grand Est, 2020

- Pour les **variations de rendement (qualité/quantité)**, aucun ordre de grandeur n'a été donné puisqu'ils ne sont pas systématiques et dépendent de nombreux facteurs.
- Dans les exemples, les valeurs de charges, produits, d'émissions et de stockage sont arrondies. **ROI = retour sur l'investissement.**



Installer des simples ou doubles écrans thermiques horizontaux

Réduction des pertes thermiques la nuit et/ou ombrage la journée :

- Les écrans thermiques doubles sont plus efficaces puisqu'ils permettent une double action : diminution des pertes thermiques et ombrage, (Moins de 10 % des serres sont actuellement équipées d'écrans thermiques doubles),
- Ajout d'un écran thermique simple : diminution du besoin de chauffage de 30 à 45 %, durée de vie de 7/8 ans, (CTIFL, 2017)
- Ajout d'un deuxième écran thermique : diminution du besoin de chauffage en plus de 15 % soit entre 45 et 60 % au total, durée de vie de 7/8 ans. (ADEME, 2017)

Opportunités

- L'ombrage diminue les risques de brûlure des végétaux
- Pilotage automatique possible
- Autonomie vis-à-vis du gaz (disponibilité et prix)
- Éligible aux certificats d'économies d'énergie de l'ADEME (AGRI-EQ-102)

Limites

- Nécessite une bonne gestion de l'humidité pour ne pas augmenter la sensibilité des plantes à certaines maladies

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 244 kg CO ₂ eq/MWh de gaz non consommé Base Carbone V23.0, ADEME			Qualité de l'air	Achat des écrans thermiques et du moteur	+	
				Diminution des charges de gaz	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Serre avec une consommation en chauffage de 2 900 MWh/ha/an, ajout d'un deuxième écran thermique (- 15 %)

Investissement
↑ 70 000 €/ha

Diminution des charges
↓ 26 000 €/ha/an

ROI
3 ans

Diminution des émissions
↓ 106 t CO₂ eq/ha/an



Renforcer l'isolation des parois

Ajout d'un isolant sur les parois des serres pour diminuer les pertes thermiques la nuit :

- *Plaques en polycarbonate* : réduction des besoins en chauffage entre 3 et 4 %, (ADEME, 2017)
- **OU** *Écrans thermiques verticaux* : réduction des besoins en chauffage de 1,5 %, (ADEME, 2017)
- Durée de vie de 15 ans pour le polycarbonate et de 7/8 ans pour les écrans. (ADEME, 2017)

Opportunités

- Autonomie vis-à-vis du gaz (disponibilité et prix)
- Pour les écrans verticaux : l'ombrage évite la brûlure des végétaux et le pilotage automatique est possible
- Éligible aux certificats d'économies d'énergie de l'ADEME (AGRI-EQ-107 et AGRI-EQ-104)

Limites

- Nécessite une bonne gestion de l'humidité pour ne pas augmenter la sensibilité des plantes à certaines maladies
- Les plaques en polycarbonate sont plus chères que les écrans verticaux à cause de la mise en place qui demandent de la main d'œuvre

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 244 kg CO ₂ eq/MWh de gaz non consommé Base Carbone V23.0, ADEME			Qualité de l'air	Achat des plaques en polycarbonate	+	
				OU Achat des écrans thermiques et du moteur	+	
				Diminution des charges de gaz	-	

Exemple à date de septembre 2023
: Serre avec une consommation en chauffage de 2 900 MWh/ha/an, ajout d'écrans thermiques verticaux (-1,5 %)

Investissement
↑ 18 000 €/ha

Diminution des charges
↓ 2 600 €/ha/an

ROI
7 ans

Diminution des émissions
↓ 11 t CO₂ eq/ha/an



Installer des films infrarouges sur les toits des serres

Installation d'un film infrarouge sur les façades internes (film combiné IR et anti-condensation) :

- Il permet de limiter les pertes de chaleur la nuit de l'intérieur vers l'extérieur et en journée, de laisser passer la lumière,
- La diminution en besoin de chauffage est entre 10 et 20 %. (ADEME, 2022)

Opportunités

- Autonomie vis-à-vis du gaz (disponibilité et prix)
- Solution moins onéreuse que les écrans thermiques

Limites

- Nécessite une bonne gestion de l'humidité pour ne pas augmenter la sensibilité des plantes à certaines maladies
- Mise en place possible uniquement sur les serres verres
- Faible durée de vie (< 7 ans)

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 244 kg CO ₂ eq/MWh de gaz non consommé Base Carbone V23.0, ADEME			Qualité de l'air	Achat du film et coûts de mise en place	+	
				Diminution des charges de gaz	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Serre avec une consommation en chauffage de 2 900 MWh/ha/an, ajout d'écrans de films sur le toit (- 15 %)

Investissement
↑ 160 000 €/ha

Diminution des charges
↓ 26 000 €/ha/an

ROI
7 ans

Diminution des émissions
↓ 106 t CO₂ eq/ha/an



1. Énergie (diminution & type)

2. Origine du CO₂

3. Substrats

4. Haies

Utiliser un ordinateur climatique avec un pilotage automatique de la température de consigne

Les ordinateurs climatiques contrôlent le chauffage/les écrans thermiques/les ouvrants/ ... à partir de différents paramètres (lumière, température extérieure, ..) ce qui permet de diminuer les consommations de gaz :

- La serre est chauffée et aérée aux moments les plus opportuns pour diminuer les pertes thermiques inutiles,
- La diminution est estimée à 5 % pour les ordinateurs les plus basiques (ADEME, 2017) et jusqu'à 15 % (CTIFL, 2017) pour les plus complets.

Opportunités

- Amélioration des performances technico-économiques
- Automatisation des différents réglages climatiques (ouvrants, écrans, climatisation et chauffage)
- Autonomie vis-à-vis du gaz (disponibilité et prix)
- Éligible aux certificats d'économies d'énergie de l'ADEME (AGRI-EQ-101)

Limites

- Nécessite une bonne prise en main du logiciel et de l'ordinateur

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 244 kg CO ₂ eq/MWh de gaz non consommé Base Carbone V23.0, ADEME			Qualité de l'air	Achat de l'ordinateur climatique	+	
			Diminution de la pénibilité du travail	Diminution des charges de gaz	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Serre avec une consommation en chauffage de 2 900 MWh/ha/an, utilisation d'un ordinateur climatique (- 5 à 15 %)

Investissement
↑ 1 500 à 65 000 €/ha

Diminution des charges
↓ 9 000 à 26 000 €/ha/an

ROI
0 à 8 ans

Diminution des émissions
↓ 35 à 106 t CO₂ eq/ha/an



Installer un déshumidificateur

Séparation du chauffage et de la déshumidification par l'installation d'un déshumidificateur électrique :

- Diminution des besoins en chauffage utilisé pour déshumidifier les serres. Différentes solutions possibles :
 - *Ventilateurs verticaux* : diminution d'environ 3 % des besoins de chauffage, (Chambre d'Agriculture Grand Est, 2020)
 - *Échangeurs double flux* : diminution entre 15 à 20 % des besoins de chauffage, (Réussir Fruits & Légumes, n°437, avril 2023)
 - *Unités thermodynamiques* : diminution entre 7 et 8 % des besoins de chauffage selon l'ADEME (2017) et entre 10 et 25 % selon Réussir Fruits & Légumes (n°437, avril 2023).

Opportunités

- Autonomie vis-à-vis du gaz (disponibilité et prix)
- Pilotage automatique possible
- Éligible aux certificats d'économies d'énergie de l'ADEME (AGRI-TH-117 et AGRI-TH-119)

Limites

- Changement des habitudes de chauffage
- Augmentation de la consommation en électricité

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 244 kg CO ₂ eq/MWh de gaz non consommé			Qualité de l'air	Achat du déshumidificateur	+	
Mais + 6 kg CO ₂ eq/MWh d'électricité consommé				Augmentation des charges en électricité	+	
Base Carbone V23.0, ADEME				Diminution des charges de gaz	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Serre avec une consommation en chauffage de 2 900 MWh/ha/an, échangeur avec une puissance de 12 000 W, 3h/jour (- 20 %)

Investissement
↑ 300 000 €/ha

Diminution des charges
↓ 32 400 €/ha/an

ROI
10 ans

Diminution des émissions
↓ 142 t CO₂ eq/ha/an



Utiliser d'un stockage intersaisonnier d'eau chaude

Stockage d'eau chauffée par une centrale solaire thermique en été (productivité maximale) pour l'utiliser en hiver (période avec un fort besoin en chauffage) :

- Deux types de stockage/déstockage :
 - *En aquifère* ou dans *un forrage* selon l'hydrogéologie et utilisation d'une pompe à chaleur géothermique,
 - Dans *des cuves de stockage* spécifiques (d'eau ou de matériaux à changement de phase) et utilisation d'une pompe classique.
- Les besoins en chauffage couverts dépendent des projets, ils peuvent aller de 10 à 70 %. (Études en Asie et aux Pays-Bas)

Opportunités

- Autonomie vis-à-vis du gaz (disponibilité et prix)
- Permet d'utiliser des Énergies Renouvelables intermittentes et non pilotables pour décorrélérer les besoins et la production d'énergie

Limites

- Nécessite du foncier à côté de la serre
- Pas de récupération du CO₂ donc possible augmentation des émissions indirectes par l'achat de CO₂ (sans ajout de CO₂ le rendement baisse en moyenne de 10 à 15 %)
- Pas de retour d'expérience pour les serres

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 244 kg CO ₂ eq/MWh de gaz non consommé			Qualité de l'air	Achat du système complet (forages, cuves,...)	+	
Mais + 6 kg CO ₂ eq/MWh d'électricité consommé				Entretien annuel du système	+	
Base Carbone V23.0, ADEME				Augmentation des charges en électricité	+	
				Diminution des charges de gaz	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Exemple d'une démonstration en Bretagne

Investissement
↑
5 000 €/m²

Augmentation ou
diminution des charges
en énergie



Passer du gaz à des énergies renouvelables : méthanisation

Valorisation du biogaz (méthane épuré) issu d'une ou de plusieurs unités de méthanisation en injection :

- Deux sources de biogaz : de *gré à gré* par l'achat de biométhane porté (compressé) ou achat *via le fournisseur de gaz* (directement sur le réseau avec garantie d'origine).

Opportunités

- Forte présence de l'élevage à l'Ouest
- Pas besoin de changer de chaudière

Limites

- Nécessite de négocier les contrats en gré à gré
- La création d'un conduit direct entre une serre et une unité de méthanisation est trop coûteuse
- Pas encore de disponibilité de biogaz porté en Bretagne

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 200 kg CO ₂ eq/MWh de gaz naturel remplacé par du biogaz Base Carbone V23.0, ADEME			Qualité de l'air Utilisation d'énergie renouvelable Filière locale	Augmentation/diminution du prix du gaz	+/-	

Exemple à date de septembre 2023 : Serre avec une consommation chauffage de 2 900 MWh/ha/an, achat de gaz sur le réseau avec garantie d'origine

Augmentation des charges

↑ 58 000 €/ha/an

Diminution des émissions

↓ 580 t CO₂ eq/ha/an



Passer du gaz à des énergies renouvelables : solaire thermique

Substitution d'une partie du chauffage au gaz naturel par de la chaleur issue d'une centrale solaire thermique :

- Les besoins en chauffage couverts par le solaire thermique dépendent des projets.

Opportunités

- Autonomie vis-à-vis du gaz (disponibilité et prix)

Limites

- Redimensionnement de la chaudière à gaz qui reste nécessaire en hiver ou en cas de panne
- Nécessité d'avoir du foncier à côté de la serre
- Pas de récupération du CO₂ donc possible augmentation des émissions indirectes par l'achat de CO₂ (sans ajout de CO₂ le rendement baisse en moyenne de 10 à 15 %)

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 244 kg CO ₂ eq/MWh de gaz non consommé Base Carbone V23.0, ADEME			Qualité de l'air Utilisation d'énergie renouvelable	Achat et installation de la centrale solaire thermique	+	
				Entretien annuel de la centrale solaire	+	
				Diminution des charges de gaz	-	
				Possible achat de CO ₂ (si utilisation d'un récupérateur)	+	

Exemple à date de septembre 2023 : À Nantes, 3 000 m² de panneaux en solaire thermique permettent une production de 1 000 MWh/an (Infos CTIFL, n°383, 2022)

Investissement
 1,5 à 3,5 M€/ha

Diminution des charges
 60 000 €/ha/an

ROI
 > 26 ans

Diminution des émissions
 244 t CO₂ eq/ha/an



1. Énergie (diminution & type)

2. Origine du CO₂

3. Substrats

4. Haies

Passer du gaz à des énergies renouvelables : biomasse (bois)

Installation d'une chaudière à bois pour remplacer tout ou partie de l'utilisation de gaz naturel :

- Les besoins en chauffage couverts dépendent des projets. Pour fournir 3 300 MWh/an, il faudrait environ 990 tonnes de bois. (Chiffres issus du projet de Glazik Bois-énergie, 2023)

Opportunités

- Autonomie vis-à-vis du gaz (disponibilité et prix), le cours du bois étant moins volatile
- Participation à un projet de bois bocage-énergie avec des agriculteurs du territoire
- Gain en visibilité auprès des consommateurs

Limites

- Disponibilité du bois-énergie
- La récupération du CO₂ pur est complexe et très coûteuse (un seul retour d'expérience connu au Pays-Bas)
- Nécessite un technicien spécialisé pour l'entretien, les réglages de la chaudière et la gestion du stockage du bois

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 217 kg CO ₂ eq/MWh de gaz substitué par des granulés - 231 kg CO ₂ eq/MWh de gaz substitué par du bois plaquette Base Carbone V23.0, ADEME			Qualité de l'air	Achat et installation de la chaudière à bois	+	
			Utilisation d'énergie renouvelable	Achat du bois	+	
				Ajout d'un demi ou un ETP qualifié	+	
			Filière locale	Diminution des charges de gaz	-	
				Possible achat de CO ₂ (si utilisation d'un récupérateur)	+	

Exemple à date de septembre 2023 : Mise en place d'une chaudière de bois plaquette à 1 500 MWh/an, besoin d'un demi-ETP qualifié

Investissement
 0,5 à 1 M€/ha

Augmentation des charges
 15 000 €/ha/an

Diminution des émissions
 346 t CO₂ eq/ha/an



1. Énergie (diminution & type)

2. Origine du CO₂

3. Substrats

4. Haies

Passer du gaz à des énergies renouvelables : pompe à chaleur (PAC)

Substitution d'une partie du chauffage au gaz naturel par l'utilisation d'une PAC air/eau ou eau/eau :

- Les besoins en chauffage couverts dépendent des projets. Deux types de PAC :
 - *Air/eau* : pour 1 kWh d'électricité consommée, production moyenne entre 2 et 3 kWh de chaleur (mais le régime de température demandé n'est pas encore compatible avec la technologie existante -> risque de panne au bout les 5 premières années),
 - *Eau/eau* : entre 2,5 et 4 kWh de chaleur, dépend de l'hydrogéologie autour de l'exploitation. (Astredhor, 2011)

Opportunités

- Autonomie vis-à-vis du gaz (disponibilité et prix)
- Éligible aux certificats d'économies d'énergie de l'ADEME (AGRI-TH-108)

Limites

- Augmentation de la consommation d'électricité de l'exploitation
- Redimensionnement de la chaudière à gaz
- Pas de récupération du CO₂ donc possible augmentation des émissions indirectes par l'achat de CO₂ (sans ajout de CO₂ le rendement baisse en moyenne de 10 à 15 %)

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X					
- 244 kg CO ₂ eq/MWh de gaz non consommé			Qualité de l'air	Achat et installation de la pompe à chaleur	+	
Mais + 6 kg CO ₂ eq/MWh d'électricité consommé				Augmentation des charges en électricité	+	
Base Carbone V23.0, ADEME				Diminution des charges de gaz	-	
				Possible achat de CO ₂ (si utilisation d'un récupérateur)	+	

Exemple à date de septembre 2023 : Installation d'une PAC avec une production de 600 MWh/an pour une consommation électrique de 180 MWh/an (Chambre d'agriculture Grand Est, 2020)

Investissement
↑ > 200 000 €/ha

Diminution des charges
↓ 3 600 €/ha/an

ROI
> 56 ans

Diminution des émissions
↓ 145 t CO₂ eq/ha/an



Installer un récupérateur de CO₂ au cogénérateur

Valorisation du CO₂ produit par lors de la combustion du gaz naturel :

- Diminution des émissions indirectes liées à l'achat de CO₂ industriel.

Opportunités

- Permet de pallier des problèmes de livraison de CO₂ puisque les serristes sont les derniers livrés en cas de pénuries
- Maintien du rendement même en cas de pénuries (sans ajout de CO₂ le rendement baisse en moyenne de 10 à 15 %)

Limites

- Pratique ne permettant pas de diminuer l'utilisation d'énergies fossiles

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits		Charges	Produits
X							
- 818 kg CO ₂ eq/tonnes de CO ₂ d'origine chimique non consommé Base Carbone V23.0, ADEME			Qualité de l'air	Achat et installation d'un récupérateur de CO ₂	+		
				Diminution des charges liées à l'achat de CO ₂	-		



Il faut attendre la sortie des méthodologies pour savoir si le stockage de carbone par les plants cultivés est pris en compte. Dans ce cas-là, cette pratique permet également de stocker le CO₂ émis par combustion ce qui représente 227 kg CO₂ eq/MWh de gaz consommé. (Base Carbone V23.0, ADEME)

Exemple à date de septembre 2023 :
Installation d'un récupérateur

Investissement
↑ 500 000 €/ha

Diminution des charges
↓ 31 000 €/ha/an

ROI
> 17 ans

Diminution des émissions
↓ 123 t CO₂ eq/ha/an



Passer du CO₂ liquide industriel au bio CO₂

Valorisation du bio CO₂ produit par des unités de méthanisation à injection du territoire

- Diminution des émissions indirectes liées à l'achat de CO₂ industriel.

Opportunités

- Forte présence de l'élevage à l'Ouest
- Permet de pallier des problèmes de livraison de CO₂
- Maintien du rendement même en cas de pénuries
- Prix fixe durant la durée du contrat
- Construction d'un projet commun avec des agriculteurs du territoire

Limites

- Les unités à injection sont des unités plus grandes que les unités en cogénération et nécessitent la coopération de plusieurs élevages

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X						
- 818 kg CO ₂ eq/tonnes de CO ₂ d'origine chimique non consommé Base Carbone V23.0, ADEME			Filière locale	Augmentation/diminution du coût du CO ₂	+/-	
				Achat d'une cuve de stockage	+	



Il faut attendre la sortie des méthodologies pour savoir si le stockage de carbone par le retour au sol des résidus de culture est pris en compte. Dans ce cas-là, cette pratique permet également de stocker le CO₂ émis par combustion ce qui représente 227 kg CO₂ eq/MWh de gaz consommé. (Base Carbone V23.0, ADEME)

Exemple à date de septembre 2023 : Exemple d'une coopérative de l'ouest : +0 à 70 €/tonne de bio CO₂ par rapport à du CO₂ industriel, prix négocié avec un groupe d'agriculteurs ayant un projet de méthanisation collectif

Investissement
↑ 70 à 150 000 €/ha

Augmentation des charges
↑ 0 à 10 500 €/ha/an

Diminution des émissions
↓ 123 t CO₂ eq/ha/an



Différence d'empreinte carbone entre les substrats

Selon leur mode de fabrication et leur distance parcourus, les substrats peuvent avoir des empreintes carbone différentes :

- *A base de fibre de coco* : fabrication peu émettrice mais distance parcourue importante : 0,203 kg CO₂ eq/m³ de substrat,
- *Laine de roche* : peu de transport mais fabrication émettrice (besoin d'une quantité importante de chaleur) : 0,880 kg CO₂ eq/m³ de substrat.

Opportunités

- Produits à connotation positive auprès du consommateurs puisque perçu comme "naturel"
- La fibre de coco est biodégradable et donc épandable sans traitement particulier

Limites

- Diminution de l'homogénéité des plants (performance de la fibre de coco inférieur à la laine de roche)
- Nécessite de repenser la gestion de l'irrigation et de la fertilisation
- Choix à faire entre un produit local et un produit d'origine naturel

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X						
Jusqu'à - 0,677 kg CO ₂ eq/m ³ de substrat			-	Coûts supplémentaires liés à l'achat de substrat à base de fibre de coco	+	
CTIFL, 2009				Possible augmentation des coûts en éléments nutritifs et eau	+	
				Possible diminution du rendement		-

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une utilisation de 25 000 plants/ha de substrat, sans variation de rendement et d'utilisation d'éléments nutritifs et d'eau

Augmentation des charges

↑ 22 000 €/ha/an

Diminution des émissions

↓ 0,01 t CO₂ eq/ha/an



Planter des haies autour des serres

Stockage additionnel de carbone dans le sol et la biomasse souterraine et isolation naturelle :

- Différents types de haies et de plan de gestion.

Opportunités

- Autonomie vis-à-vis du gaz (disponibilité et prix)
- Filière de valorisation du bois au sein de la coopérative
- Mutualisation à l'échelle de la coopérative pour l'achat des plants et la gestion des arbres

Limites

- Capacité limitée du stockage de carbone dans le sol
- Augmentation de l'ombrage non maîtrisé
- Nécessite d'avoir une CUMA ou une ETA ayant les outils nécessaires à proximité de l'exploitation
- Contrainte réglementaire pour la retirer

Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	Co-bénéfices	Sources de charges/produits	Charges	Produits
X	X	X				
Sol : 77 à 394 kg CO ₂ eq stocké/100 mètre linéaire (ml) de haie/an Biomasse souterraine : 40 à 320 kg CO ₂ eq stocké/100 ml de haie/an Chauffage : - 244 kg CO ₂ eq/MWh de gaz non consommé LBC Haies V1 & Base Carbone V23.0, ADEME			Qualité du sol, de l'eau et paysagère	Achats des plants, préparation de la terre et plantation	+	
				Entretien annuel des haies	+	
			Biodiversité Filière locale	Formation et/ou conseil supplémentaire	+	
				Récolte	+	+
				Diminution des charges de gaz	-	

Exemple à date de septembre 2023 : Pour une haie de 200 mètres et une productivité moyenne de 10 tonnes/100 ml sur un cycle de 10 ans (détails des coûts page n°120)

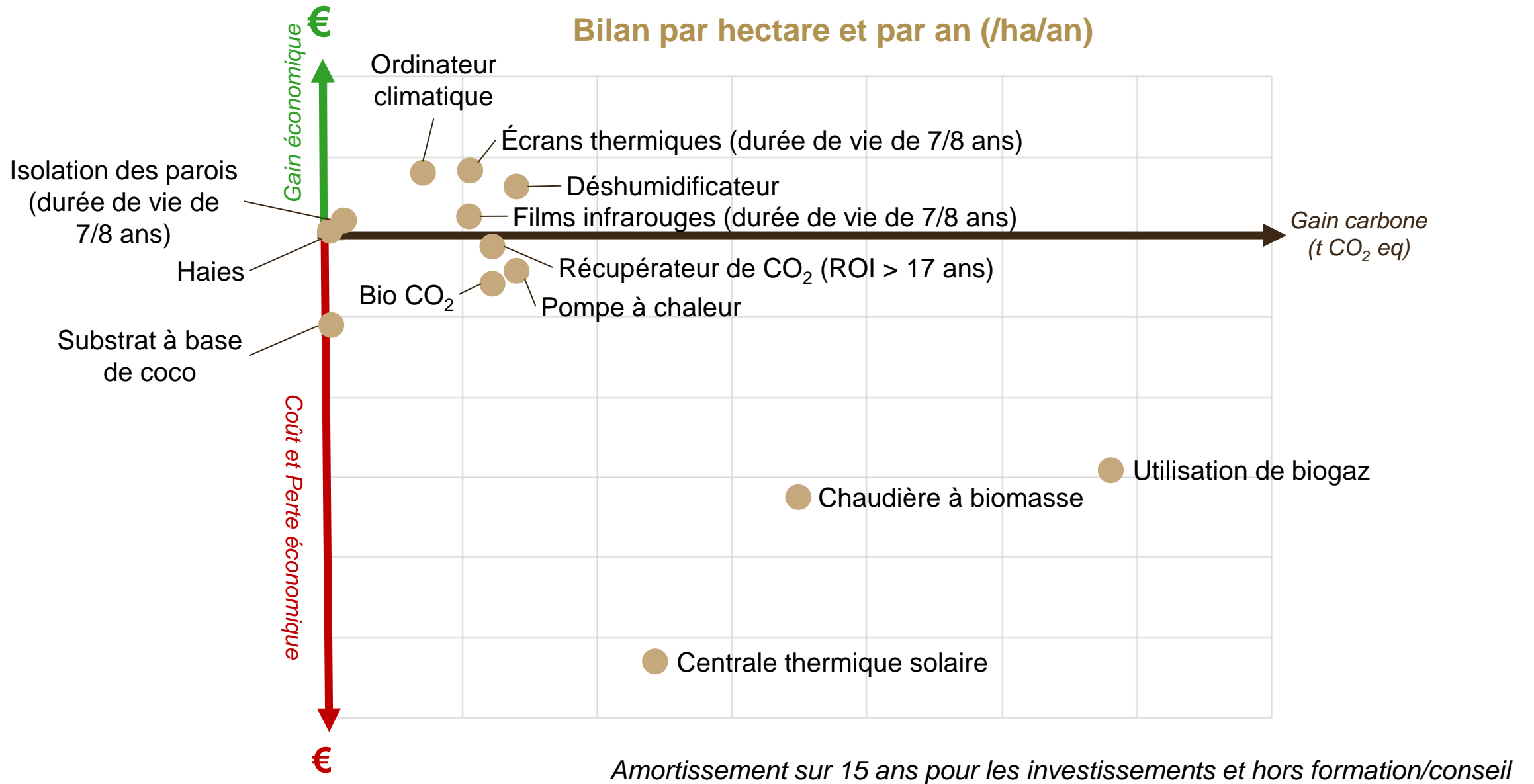
Investissement
 5 590 €

Gain économique
 94 €/an

Stockage
 0,83 t CO₂ eq/an

Vue d'ensemble simplifiée du bilan économique et carbone des pratiques

à partir des exemples chiffrés et à date de septembre 2023





Autres pratiques identifiées – Serre

Leviers déjà généralisés :

- Entretien l'état global de la serre (vitres cassées et joints),
- Vérifier les sondes de température et d'hygrométrie (état et localisation),
- Entretien sa chaudière et vérifier les paramètres régulièrement.

Leviers à mettre en place à l'implantation de nouvelles serres :

- Optimiser le placement et l'orientation des serres,
- Choisir des matériaux performants en termes d'empreinte carbone et d'isolation,
- Construire un projet commun pour récupérer la chaleur fatale d'une autre industrie (méthanisation en cogénération, incinérateur, ...),
- Améliorer l'isolation des ballons de stockage et des tuyaux.

Leviers avec un faible potentiel de généralisation à l'ouest :

- Utiliser de la géothermie profonde (pas possible en Bretagne).

Leviers à mettre en place en aval de la récolte :

- Bien choisir et entretenir la zone de stockage (chambre froide, sa température et son isolation) et y installer un récupérateur de chaleur,
- Utiliser des emballages à faible empreinte carbone (bois, carton),
- Optimiser des trajets entre le lieu de production et le lieu de collecte.

Moyens de valorisation



Les moyens de valorisation

Trois types de valorisation sont présentés dans ce memento (non-exhaustif) :

Valorisation des **résultats des pratiques** sur les **marchés du carbone** par l'intermédiaire de crédits ou certificats carbone

Label Bas-Carbone, Gold Standard, Soil Capital

Valorisation de l'**adoption des pratiques et leurs co-bénéfices**

MAEC, PSE, Indice de Régénération, Demain la terre, Au cœur des sols

Valorisation de l'adoption des pratiques et/ou de leurs résultats **à l'échelle des filières**

Primes filières



Les pratiques bas-carbone présentées précédemment dans le memento ne sont pas toutes valorisables par ces 9 moyens de valorisation.

1. Marché du carbone

2. Adoption des pratiques

3. Filières




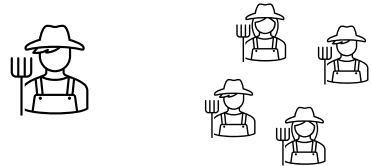
Cartographie des outils & méthodes pour une valorisation de crédits/certificats carbone à l'échelle de l'exploitation (mai 2023)






Porteurs majoritaires des méthodes	Zone d'application	Méthodes	Échelle d'émissions des crédits carbone	Outils	Agrégateurs/mandataires principaux
		Carbon Agri	Atelier ou exploitation polyculture-polyélevage (ruminants)		
		Grandes cultures	Exploitation		
		Haies	Exploitation		
		Vergers	Plantation de vergers (culture fruitière)	Tableau excel en ligne	
		Sobac'ECO	Toutes exploitations avec un projet de réduction des intrants	Tableau excel en ligne	
		Écométhane	Exploitation agricole avec un atelier bovin		
		<i>En cours de validation</i>	Atelier porcin		
		<i>En cours de validation</i>	Atelier volaille		
		Gold Standard	Exploitation	-	
		CFT Propre méthode à partir de la norme iso 14064-2	Certificats carbone Exploitation grandes cultures		

VALORISATION



LABEL BAS CARBONE **Le Label Bas-Carbone**

Porteur du moyen de valorisation	Porteur du projet valorisable	Type de valorisation	Valorisation financière	Moyen de comptabilisation
<p>Public et français</p>  <p>MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE <i>Liberté Égalité Fraternité</i></p>	<p>Projet individuel ou collectif</p> 	<p>Valorisation en crédits carbone (tonne de CO₂ équivalent) des résultats de nouvelles pratiques adoptées sur le marché volontaire de la compensation carbone</p>	<p>Gré à gré entre le financeur et le porteur de projet</p> <p>33 €/tonne CO₂ eq en 2022 (valeur allant de 9 € à 310 €) (ICC, 2023)</p>	<p>Différents outils de diagnostic carbone en début et fin du projet (durée de 5 à 30 ans selon les projets)*</p> <p><small>*Il existe des aides financières via les chambres ou les régions (pour les 3 régions de l'ouest) et nationales.</small></p>

Type(s) d'atténuation inclu(s)			Systèmes de production inclus
Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	
X	X	X	 Méthode Grandes cultures & SOBAC'ECO-TMM  Méthode Carbon Agri, Eco-méthane & SOBAC'ECO-TMM  Méthode Carbon Agri & Haies  <i>En cours de validation, prévue en 2024</i>  Méthode SOBAC'ECO-TMM

Opportunités

- Le LBC tend à se développer avec les réglementations liées à la compensation carbone obligatoire en France
- Projet collectif à l'échelle de la coopérative possible
- De nombreuses productions et pratiques sont incluses

Limites

- Les outils de diagnostic ne sont pas encore adaptés aux exploitations multi-ateliers
- Temps de diagnostic élevé pour les exploitations multi-ateliers, environ 1 à 2 jours complets



SOILCAPITAL



Le programme Soil Capital (adaptation de la méthode CFT)

Porteur du moyen de valorisation	Porteur du projet valorisable	Type de valorisation	Valorisation financière	Moyen de comptabilisation
<p>Privé et européen /international</p>	<p>Projet individuel</p>	<p>Valorisation en certificats carbone (tonne de CO₂ équivalent) des résultats de nouvelles ou actuelles pratiques adoptées hors comptabilisation carbone légale</p>	<p>Gré à gré entre le financeur et le porteur de projet (à l'année 1 et 10)</p> <p>Au minimum 27,50 €/t CO₂ eq</p>	<p>Propre outil de comptabilisation à partir des itinéraires techniques et de deux analyses de sol (en début et fin du programme de 5 ans)</p>

Type(s) d'atténuation inclu(s)			Pratiques incluses
Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	
X	X	X	<p>Fertilisation organique, travail du sol, légumineuses, cultures de couverture, réduction de la consommation de carburant, de l'utilisation d'intrants synthétiques et agroforesterie intraparcellaire.</p>

Opportunités


- Vente directe entre les acteurs de la chaîne de valeur et les agriculteurs
- Accompagnement technique et agronomique compris
- Démarche plus facile et rapide que le LBC


Limites

- Pas d'additionnalité avec l'obtention de crédits carbone
- Degrés de précision plus faible que la méthode LBC
- Coûts de suivi et certification de 980 €/an
- Hors de la comptabilisation légale de la compensation carbone



Gold Standard® **Le standard Gold Standard**

Porteur du moyen de valorisation	Porteur du projet valorisable	Type de valorisation	Valorisation financière	Moyen de comptabilisation
<p>Privé et international</p> <p>Gold Standard®</p>	 <p>Projet individuel</p>	<p>Crédit carbone (tonne de CO₂ équivalent) sur le marché volontaire de la compensation carbone et sur le mécanisme de développement propre</p>	<p>Gré à gré entre le financeur et le porteur de projet</p> <p>4,01 €/tonne CO₂ eq en 2021 (valeur allant de 2,69 € à 22 €) (ICC, 2022)</p>	<p>Audit tous les 5 ans à partir d'un excel de calcul et de justificatif de mise en place des pratiques</p>

Type(s) d'atténuation inclu(s)			Pratiques incluses
Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	
X	X	X	 <p>Grandes cultures et ruminants (méthane, gestion durable des sols, agroforesterie, foresterie, ...)</p>

Opportunités

- Certaines pratiques non présentes dans les méthodes LBC peuvent être valorisables par le Gold Standard (prébiotiques par exemple)



Limites


- Prix significativement plus faible que les deux autres types de valorisation carbone



MAEC

Mesures AgroEnvironnementales et Climatiques

Porteur du moyen de valorisation	Porteur du projet valorisable	Type de valorisation	Valorisation financière	Moyen de comptabilisation
<p>Public et français</p>  <p>MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE</p> <p><i>Liberté Égalité Fraternité</i></p> <p>DIRECTION RÉGIONALE DE L'ALIMENTATION, DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT</p>	 <p>Projet individuel</p>	<p>Valorisation économique de la mise en place volontaire de certaines pratiques</p>	<p>Montant unitaire entre 50 et 900 € par hectare et par an selon les pratiques mises en place</p>	<p>Cahiers des charges sur 1 à 5 ans selon 4 enjeux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - qualité de l'eau, - qualité des sols, - biodiversité, - la lutte contre le changement climatique.

Type(s) d'atténuation inclu(s)			Pratiques incluses
Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	
X	X	X	 <p>Fertilisation, prairies, haies & bosquets, semis direct, autonomie fourragère, couverts végétaux, ...</p> <p><i>* Les MAEC sont déclinées par région et précisées sur le site des DRAAF</i></p>

Opportunités

- Vision globale de plusieurs enjeux environnementaux sur lesquels l'agriculture peut agir
- Paiements annuels

Limites

- Pas d'additionnalité avec les crédits/certificats carbone pour les MAEC Carbone
- Démarches administratives pouvant être lourdes et cahiers des charges restrictifs



PSE

Paiements pour Services Environnementaux

Porteur du moyen de valorisation	Porteur du projet valorisable	Type de valorisation	Valorisation financière	Moyen de comptabilisation
Dispositif national, il peut être porté par des : <ul style="list-style-type: none"> - Entreprises privées, - Associations, - Collectivités, - Opérateurs de l'État. 	Projet individuel ou collectif 	Valorisation économique en direct ou en nature des services écosystémiques faits par les pratiques agricoles volontairement adoptées ou maintenues	Selon les contrats	Selon les contrats faits de gré à gré entre le financeur et le fournisseur

Services environnementaux valorisables (hors carbone)

- Amélioration de la qualité de l'eau
- Diminution de l'utilisation d'eau
- Protection des sols
- Maintien ou amélioration de la biodiversité
- Maintien ou amélioration de la qualité paysagère et du patrimoine
- Effet brise vent des haies/bosquets

Opportunités

- Complémentaire avec une valorisation carbone et possiblement cumulable (selon les PSE)
- Vision globale de plusieurs enjeux environnementaux sur lesquels l'agriculture peut agir
- Paiements directs entre les fournisseurs et bénéficiaires

Limites

- Non cumulables avec des MAEC
- Démarche administrative possiblement lourde et technique (difficulté à chiffrer et quantifier des services environnementaux)



L'Indice de Régénération

Porteur du moyen de valorisation	Porteur du projet valorisable	Type de valorisation	Valorisation financière	Moyen de comptabilisation
Privé et français 	Projet individuel	Évaluation volontaire Score agroécologique et agrégateur de l'exploitation (valeur sur 100) selon les pratiques mises en place	Score qui sert de <u>boussole</u> ou de <u>cap agronomique</u> Création de lien les acteurs de la commercialisation pour le valoriser en primes filières	A partir d'analyses de sols et des itinéraires techniques (propre outil)

Type(s) d'atténuation inclu(s)			Pratiques incluses
Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	
X	X	X	 Fertilisation, travail du sol, type de cultures/couverts, haies, agroforesterie, pâturage, alimentation des ruminants

Opportunités



- Vision globale de plusieurs enjeux environnementaux et sociaux auxquels l'agriculture peut agir
- Accompagnement technique et agronomique compris
- Valorisation avec des distributeurs partenaires de l'association


Limites

- Les pratiques à mettre en place pour améliorer son IR sont très émettrices de carbone les premières années (fertilisation importante avec des composts notamment)
- Score agrégateur de différents aspects agroécologiques et sociaux donc possiblement réducteur



Le label Demain la Terre

Porteur du moyen de valorisation	Porteur du projet valorisable	Type de valorisation	Valorisation financière	Moyen de comptabilisation
Privé et français 	 Projet individuel	Après des consommateurs Valorisation de 10 thématiques écologiques	Si une augmentation ou non a été faite sur le prix de vente	Propre méthode à l'échelle d'un produit ou d'une exploitation Audits annuels

Type(s) d'atténuation inclu(s)			Pratiques incluses
Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	
X	X	X	 Fertilisation, travail du sol, haies, réduction de l'utilisation d'énergies fossiles

Opportunités



- Label spécialement pour les légumes (et les fruits)
- Vision globale de plusieurs enjeux environnementaux auxquels l'agriculture peut agir


Limites

- Très peu connu des consommateurs



Le label Au cœur des Sols

Porteur du moyen de valorisation	Porteur du projet valorisable	Type de valorisation	Valorisation financière	Moyen de comptabilisation
Privé et français 	 Projet individuel	Label à l'échelle de l'exploitation certifiant des pratiques de conservation des sols Valorisation auprès des consommateurs si vente directe	Selon si une augmentation ou non a été faite sur le prix de vente	Cahier des charges sur les pratiques de l'exploitation, deux audits en 5 ans

Type(s) d'atténuation inclu(s)			Pratiques incluses
Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	
	X	X	 Limitation du travail du sol, couverts végétaux, allongement des rotations et diversité des espèces cultivées

Opportunités

- Cumulable avec le Label Bas-Carbone
- Valorisation du maintien/de la restauration de la qualité des sols, de l'eau et de la biodiversité, complémentaire au carbone

Limites

- Très peu connu des consommateurs





Primes filières

Porteur du moyen de valorisation	Porteur du projet valorisable	Type de valorisation	Valorisation financière	Moyen de comptabilisation
Les industriels de l'agroalimentaire et les distributeurs	Coopérative	Auprès des transformateurs des produits agricoles qui pourront ensuite le valoriser auprès des consommateurs et/ou des distributeurs	Rémunération supplémentaire pour les agriculteurs par rapport aux autres filières classiques	Cahier des charges sur la performance environnementale ou sur l'adoption de certaines pratiques

Type(s) d'atténuation inclu(s)			Pratiques incluses
Émissions indirectes	Émissions directes	Stockage de carbone	
X	X	X	<p>Potentiellement toutes</p>

Opportunités

- Valorisation par des acteurs du secteur agroalimentaire
- Négociation de gré à gré

Limites

- Ces nouveaux cahiers de charges pourraient ne plus être un moyen de valorisation mais une obligation

Annexes



Coûts génériques pour la mise en place d'une haie

Charges d'installation	Moyenne barème 2023 par 100 mètre linéaire
Plants et plantation	360 €
Talus	469 €
Préparation du sol	229 €
Protections (achat et pose)	352 €
Paillage	456 €
Total :	1 866 €
Maitrise d'ouvrage ou formation :	1 000 €/projet

Charges d'entretien pour les 3 premières années	Moyenne barème 2023 par 100 mètre linéaire
Entretien annuel	143 €

Charges et produits de récolte	Moyenne barème 2022-2023
Charge de récolte	53 €/tonnes
Recette potentielle de bois plaquettes énergie	100 €/tonnes
Marge brute	+ 47 €/tonnes



Les projets de haies peuvent être subventionnés, ce qui permet d'améliorer les bilans économiques.




Coûts génériques pour de l'agroforesterie intraparcellaire

Charges d'installation	Moyenne barème 2023 par arbre
Plants et plantation	6,21 €
Préparation du sol	3,41 €
Protections (achat et pose) contre le gibier	8,99 €
Protections (achat et pose) contre les ruminants	24,32 €
Paillage	4,85 €
Total en <u>parcelle cultivée</u> :	23,46 €
Total en <u>prairies</u> :	38,79 €
Maitrise d'ouvrage ou formation :	1 000 €/projet

Charges d'entretien pour les 3 premières années	Moyenne barème 2023 par arbres
Entretien annuel	1,5 €

Charges et produits de récolte	Moyenne barème 2022-2023
Charge de récolte	53 €/tonnes
Recette potentielle de bois plaquettes énergie	100 €/tonnes
Marge brute	+ 47 €/tonnes

-  Les projets d'agroforesterie peuvent être subventionnés, ce qui permet d'améliorer les bilans économiques.
- En agroforesterie intraparcellaire, il est également possible de mettre des arbres fruitiers et de valoriser économiquement les fruits produits.

Documents ressources

Documents ressources

Méthodes du Label Bas-Carbone (Ministère de la Transition Énergétique) :

- Carbon Agri Version du 09/09/2019
- Grandes Cultures V1.1
- SOBAC'ÉCO-TMM V1
- Haies V1
- Boisement V1
- Volaille (*en cours de validation à date de septembre 2023*)

Documents des Instituts de recherche, Instituts techniques et Interprofession :

- INRAE, 2013 : Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ?
- INRAE, 2020 : Étude 4 pour 1 000
- IDELE et le CNIEL (Bovin), 2020 : Fermes laitières bas-carbone
- ITAVI (Volaille)
- CTIFL (Légumes)
- ABCIS (regroupement de l'IDELE, l'ITAVI et l'IFIP), 2023 : Étude pour le Crédit Agricole SA, Décarbonation des productions animales – Les enseignements de l'étude ABCIS sur les leviers carbone en élevage
- AFAC-Agroforesterie, 2023 : Références coût de plantation agroforestière

Documents des Chambres d'Agriculture :

- France
- Bretagne
- Pays de Loire
- Normandie
- Grand Est, 2020 : Mieux connaître l'empreinte carbone et énergétique des systèmes agricoles du Grand Est

Base de données et documents de l'ADEME :

- Base Carbone V23.0
- Agribalyse V3.1.1
- ECOAlim V8.1
- Les fiches Certificats d'Économies d'Énergie

Étude de la FR CUMA Ouest :

- Retour d'expérience sur 13 années d'essais au champ pour réduire les consommations de GNR des outils et tracteurs (présentation lors du Forum Grand-Ouest Climat-Énergie 2023, rediffusion disponible sur youtube)

La Coopération Agricole Ouest est un syndicat d'entreprises bretonnes, ligériennes et normandes au service des structures coopératives agricoles, agroalimentaires et de leurs filiales.

Créée et gouvernée par les coopératives, LCA Ouest fédère des acteurs économiques et sociaux pour construire, en partenariat, des solutions qui répondent aux mutations et aux enjeux des filières et des territoires.

Nous œuvrons collectivement à la reconnaissance des coopératives et au développement de l'attractivité de ce modèle de gouvernance.

Depuis 2021, nous animons un groupe de travail carbone pour faciliter l'émergence, la mise en œuvre et le suivi de projets structurants, individuels et collectifs.



**LA COOPÉRATION AGRICOLE
OUEST**

Bretagne - Normandie - Pays de la Loire

La Coopération Agricole Ouest

Technopôle Atalante Champeaux

Rond-Point Maurice Le Lannou

CS 14226

35042 RENNES Cedex

T. +33 (0)2 90 09 45 10

contact@ouest.lacooperationagricole.coop

www.lacooperationagricole.coop/regions/ouest

Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*