



# PEI Carbon Think

Cartographie des flux et des acteurs de l'économie de la biomasse dans le Grand-Est,  
à partir d'un cas concret d'exploitation agricole

Avril 2024

Avec le financement de :



eip-agri  
AGRICULTURE & INNOVATION





# Sommaire

---

01 CONTEXTE ET OBJECTIFS ET  
MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

02 LES SDC REFERENCE ET AUTO'N

03 UN SDC TOURNÉ VERS LA  
TRANSITION BAS CARBONE

04 CONCLUSIONS



# Contexte objectifs et méthodologie de l'étude

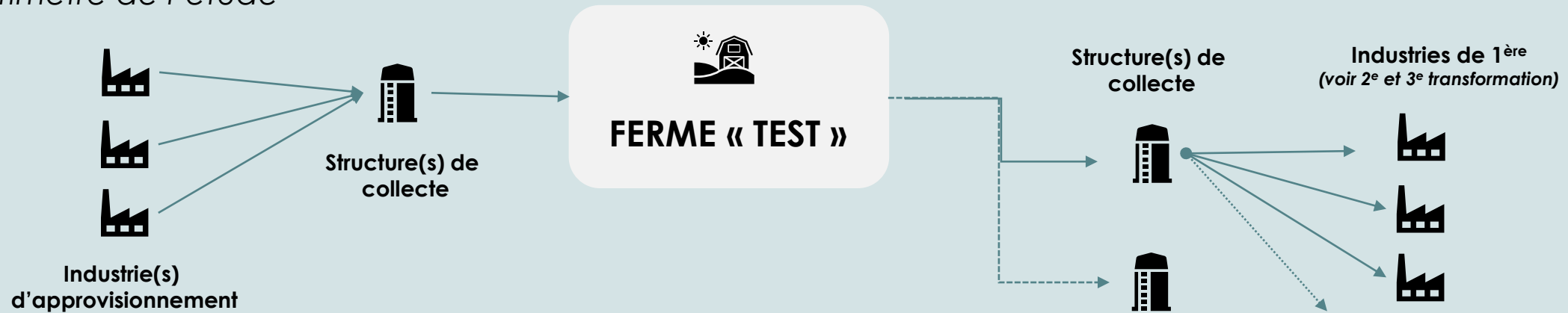
# 01

# L'étude

## Objectifs ?

- A l'aide d'une cartographie des flux entrants et sortants, évaluation d'un système agricole de référence par rapport à deux systèmes en évolution, sur des impacts de charges opérationnelles, de chiffre d'affaires et d'émissions de GES à l'échelle d'une exploitation agricole et évaluation des impacts sur la collecte et la première transformation.

## Périmètre de l'étude



## Dans quel but ?

- Qualifier les productions agricoles présentes aujourd'hui et demain sur une ferme « test », ainsi que leurs débouchés, de manière à identifier et mobiliser les acteurs (agro-industries, collectivités, etc.) à impliquer dans la transition Bas Carbone des exploitations agricoles.

# Synopsis méthodologique

Une étude qui se déroule en 4 phases :



## Phase 1

IDENTIFICATION DE LA FERME « TEST »

- o Utilisation de la ferme expérimentale Terrasolis



- o Identification de 2 systèmes de cultures de la SCEA Ferme 112.



## Phase 2

COLLECTE DE DONNEES AUPRES DE LA FERME

- o Collecte de données caractérisant l'exploitation agricole auprès du chef d'exploitation
- o Identification des flux entrants et sortants

- 1 Calcul de données moyennes par culture et par ha
- 2 Calcul du poids de chaque culture dans la rotation
- 3 Modélisation des flux par système de culture



## Phase 3

COLLECTE DE DONNEES AUPRES DES ACTEURS DE 1<sup>ER</sup> TRANSFORMATION

- o Collecte des données auprès des acteurs de la collecte



## Phase 4

TRAITEMENT DES DONNEES ET PRODUCTION DU LIVRABLE

- o Formalisation des flux entrants et sortants sur 2 critères : volume et valeur
- o Identification des principaux flux et évaluation de leur impact Carbone
- o Scénarios de transitions bas-carbone de l'exploitation agricole et analyse de la variation des flux de biomasse sortants induits par les options de transition possibles

A silhouette of a tractor pulling a trailer across a field, set against a warm, orange-hued sky at sunset or sunrise. The tractor is positioned on the left side of the image, moving towards the right.

# Phase 1 : identification de la ferme « test »

# 02

# L'agriculture dans le Grand Est

- La Région Grand Est regroupe aujourd'hui 10 départements : Ardennes, Aube, Bas-Rhin, Haute-Marne, Haut-Rhin, Marne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle et Vosges.
- Avec **54 % de sa surface dédiée à l'agriculture**, la région occupe les premières places du palmarès national pour bon nombre de ses productions agricoles : **2<sup>ème</sup> région française en valeur pour les productions végétales, 1<sup>ère</sup> pour la production viticole, de malt et de bière**. L'emploi salarié agricole est aussi le 2<sup>ème</sup> employeur régional.
- **45 800 exploitations agricoles**, soit 10 % des exploitations françaises, composent ce territoire. Les productions se répartissent en **trois domaines principaux : les cultures céréalières et oléagineuses** (58 % de la surface agricole utile), **l'élevage** et **la vigne**.
- La **viticulture** régionale occupe une place privilégiée avec **31 % de la valeur de la production agricole régionale** bien que son importance varie selon les départements. L'Alsace, l'Aube et la Champagne tirent 1/4 à 2/3 de leurs revenus du vin.

**L'agriculture et la viticulture se positionnent donc comme des moteurs importants du dynamisme économique de la région.**

Source : CHAMBRE D'AGRICULTURE GRAND EST - AGRESTE

**54%**  
de la surface du territoire  
dédiée à l'agriculture



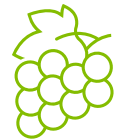
**45 800**  
exploitations agricoles



**2<sup>ème</sup> région**  
française pour la production  
végétale en valeur



**1<sup>ère</sup> région**  
française pour la production  
viticole, de malt et de bière en  
valeur

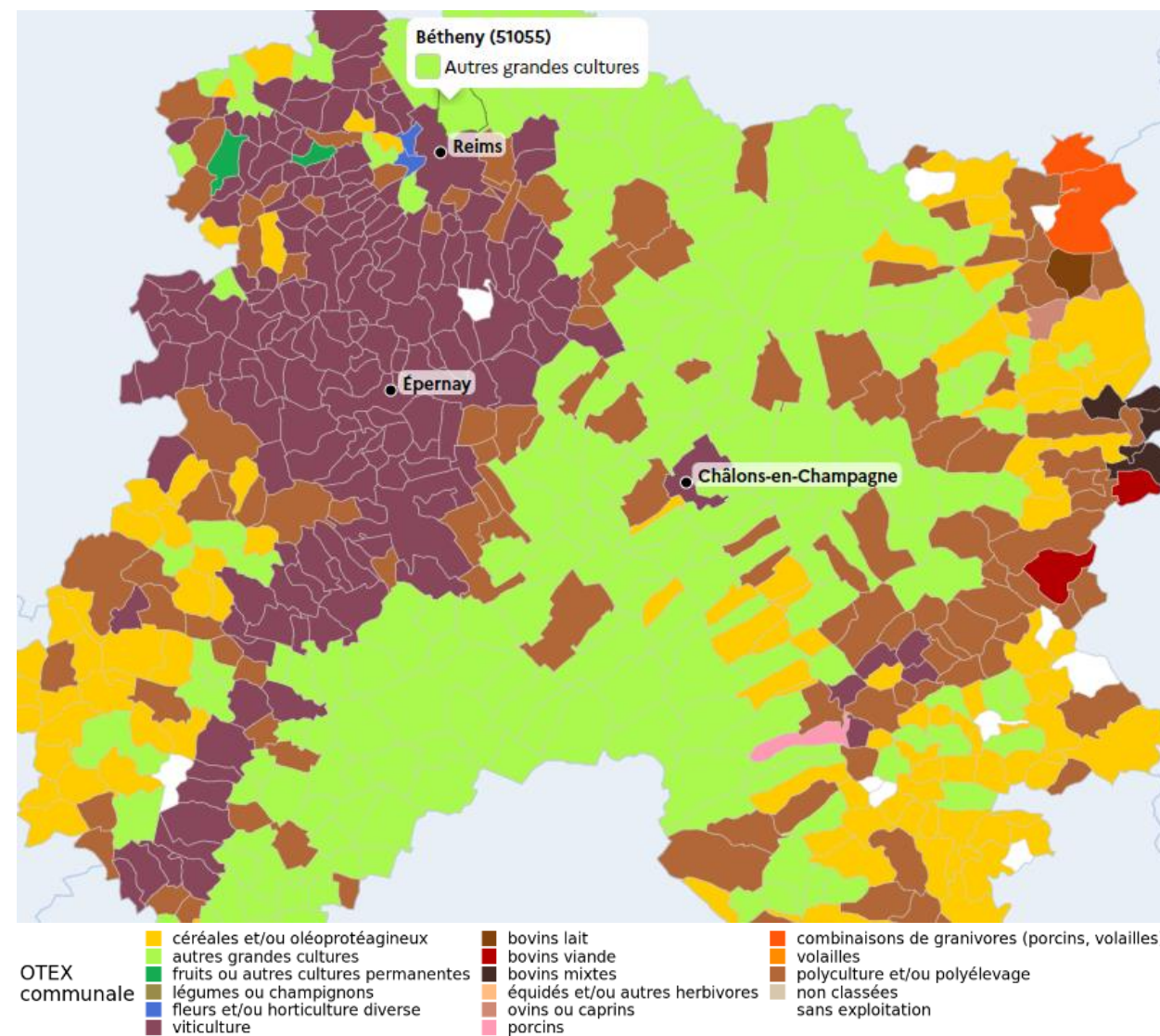




# Les statistiques du département de la Marne

Le département se caractérise par d'importantes surfaces de grandes cultures et part le vignoble de Champagne à l'ouest du département. 75% de la SAU du département est dédié aux grandes cultures, 11% aux prairies et 4% aux vignes.

	Superficie(ha) Moyenne 2016-2020	Rendement (quintaux / ha) Moyenne 2016-2021
Blé	164 915	79,56
Orge et escourgeon	109 248	68,66
Avoine	1 480	50,4
Triticale	822	48,12
Seigle et méteil	137	40
Maïs grain et maïs semence	15 202	76,7
Sorgho grain	27	47,25
Autres céréales	292	43,36
Colza grain et navette	67 738	34,94
Tournesol	2 612	28,78
Soja	930	19,48
Pois protéagineux	8 768	37,46
Féveroles et fèves	997	28,66
Betterave industrielle	62 564	844,22
Lin textile	462	69,78
Chanvre papier	1 330	79,26
<b>SURFACES FOURRAGERES</b>		
Maïs fourrage et ensilage	4509,2	111,78
Prairie artificielle (luzerne, trèfle violet, ...)	36877	110,3
Prairies temporaires	2770	58,06



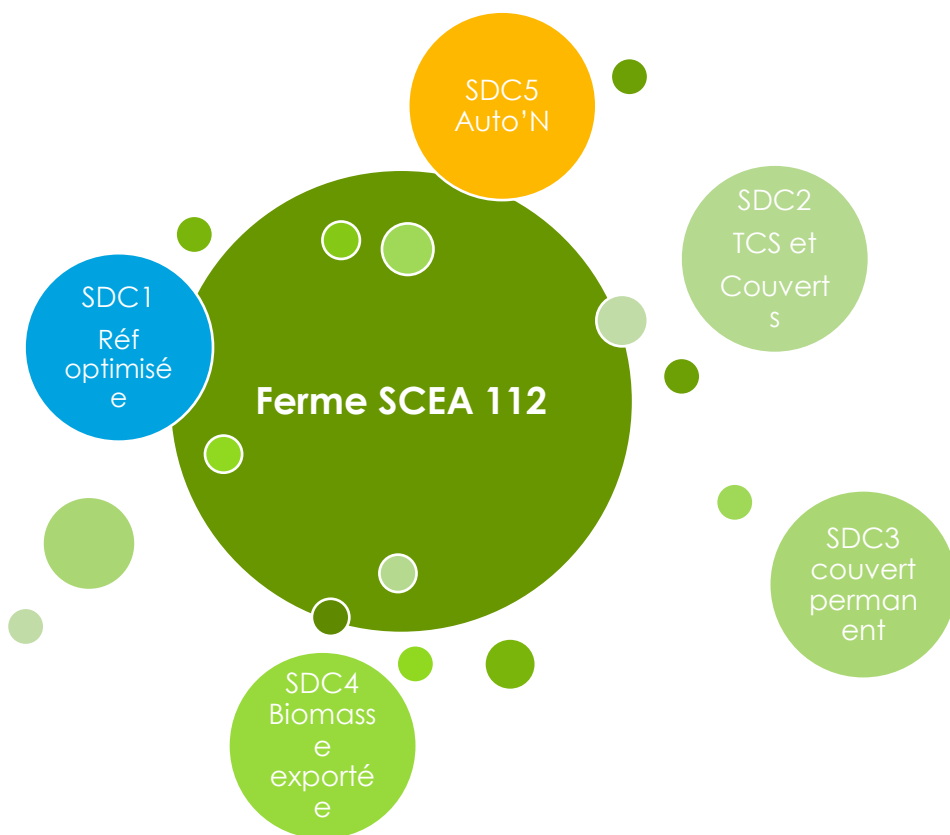
source : Agreste - recensement agricole 2020  
fond carto. : d'après IGN - ADMIN EXPRESS 2022



# Description de la Ferme « test » : 5 systèmes de cultures expérimentés



La ferme expérimentale SCEA 112 est localisée sur la commune de Bétheny, au Nord de Reims. Elle cultive des grandes cultures, caractéristique de l'OTEX de la commune : autres grandes cultures.



## SDC 1 : Référence optimisée

🎯 **Objectifs** : Prendre en compte les évolutions réglementaires et les optimisations des pratiques actuelles aurythme des innovations et du changement agricole général.

✓ **Principe** : reproduire un système témoin qui reprend les pratiques actuelles optimisées (au niveau des itinéraires techniques, de la gestion de l'interculture) tout intégrant, au cours du temps, les évolutions réglementaires, techniques, génétiques... comme le font les agriculteurs.

## SDC 2 : TCS et couverts annuels

🎯 **Objectifs** : Améliorer la fertilité du sol et le stockage de carbone par une réduction voire une absence de travail du sol et une plus grande couverture du sol en intercultures.

✓ **Principe** : proposer un système caractérisé par un travail du sol réduit et une couverture du sol annuelle plus importante en intercultures tout en conservant la rotation de référence.

## SDC 3 : couvert permanent

🎯 **Objectifs** : ce SDC conserve les mêmes objectifs que le SDC2 mais en franchissant une marche supplémentaire, c'est-à-dire qu'il sera, sauf exception, sans travail du sol (donc sans betterave) et avec une couverture permanente du sol.

✓ **Principe** : Ce système revient à tester les principes de l'agriculture de conservation des sols en contexte pédoclimatique de Champagne crayeuse.

## SDC 4 : Biomasse exportée maxi

🎯 **Objectifs** : Fournir en plus grande quantité les fillères avales tant sur le plan alimentaire que sur le plan non alimentaire

✓ **Principe** : accroître la capacité de production et d'exploitation de carbone renouvelable issue de la biomasse végétale à l'hectare. Validé par la commission ressource du pôle IAR, ce système est orienté vers la production de carbone pour un usage dédié à la saccharification (alimentaire et non alimentaire), c'est à dire produire des sucres de 1ère génération issus de la betterave dont nous maximiserons la présence à l'échelle de la rotation et des sucres de structure ligno-cellulosique (2ème génération) issus des pailles des céréales.

## SDC 5 : Auto'N

🎯 **Objectifs** : Introduire un ensemble de leviers techniques et agronomiques pour réduire de moitié la fertilisation azotée minérale à l'échelle du système.

✓ **Principe** : mettre en place un système qui consomme 50% d'azote minéral en moins afin de réduire fortement les quantités de gaz à effet de serre émis.

# Les 3 Systèmes de Cultures (SDC) étudiés dans l'étude



## SDC référence optimisé grandes cultures avec betterave

### Critères de segmentation :

- Agriculture conventionnelle
- Grandes cultures, avec présence de luzerne et de betterave sucrière dans l'assolement

**Objectif** : point de comparaison avec les autres systèmes.

*A noter : ce système n'est pas totalement représentatif du secteur car la betterave est sous représentée.*

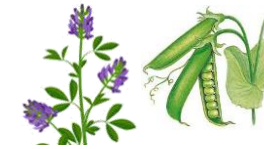


## SDC Auto'N (autonomie azotée)

### Critères de segmentation :

- Agriculture conventionnelle
- Grandes cultures
- Remplacement du colza par des cultures bas intrants (Tournesol, Chanvre)

**Objectif** : évolution des formes d'azote, réduction de la dose d'azote et des produits phytosanitaires suite au changement de cultures.



## SDC Bas Carbone

### Critères de segmentation :

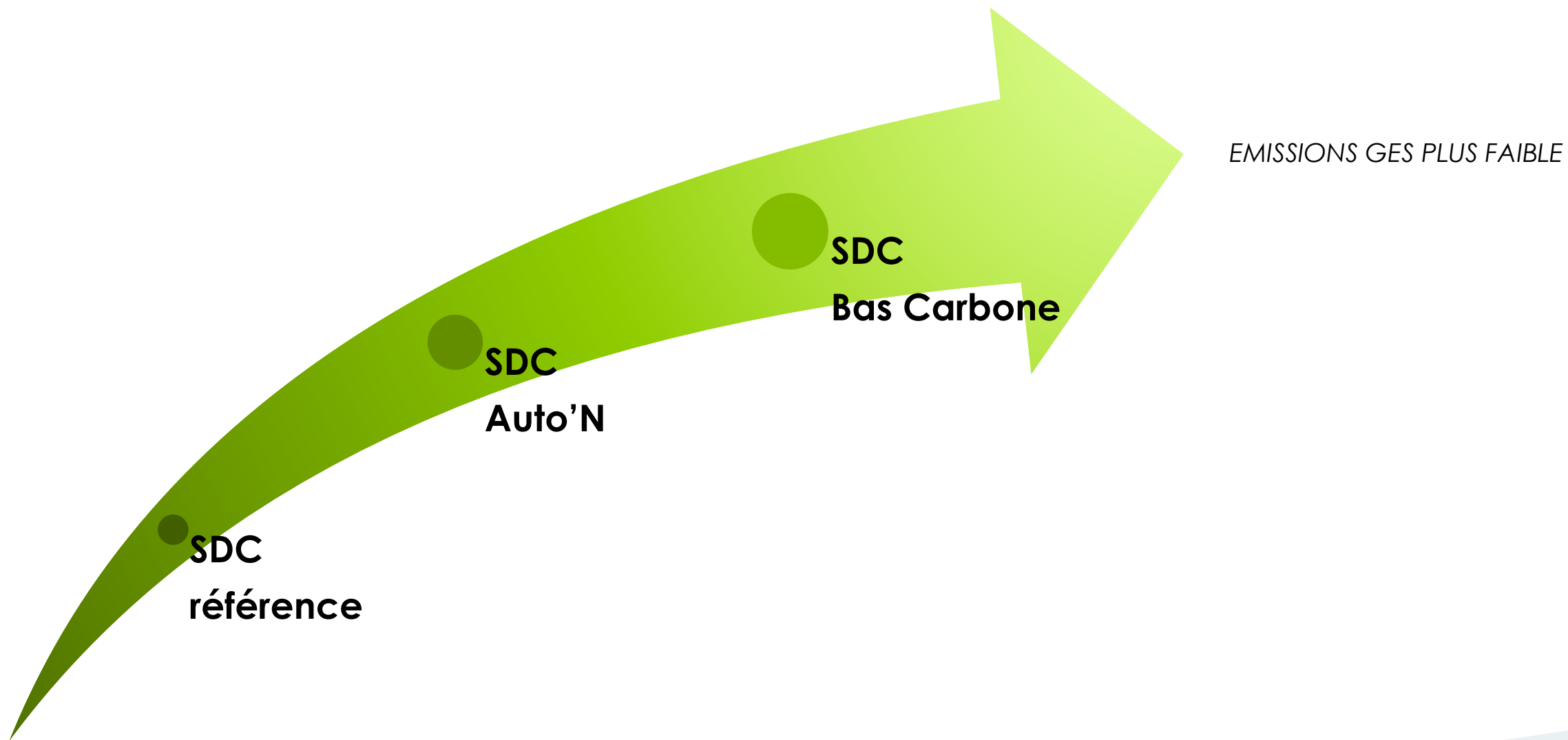
- Agriculture conventionnelle
- Grandes cultures
- Légumineuses en cultures et en interculture

**Objectif** : réduction de la dose d'azote, changement de forme d'azote pour la moins émettrice.

**Testé sur la ferme 112**

**Conceptualisé uniquement sous un angle bas carbone**

# 3 systèmes de cultures pour tendre vers le bas carbone





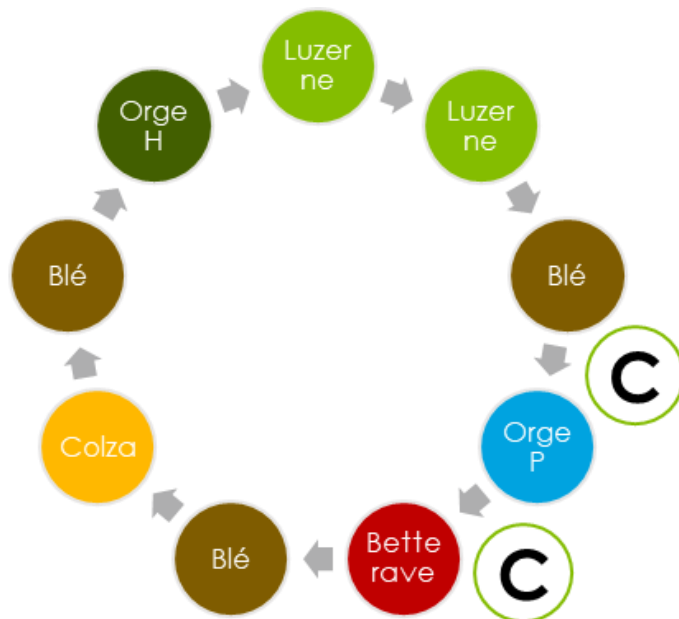
## Phase 2 : collecte de données auprès de la ferme

02

# Les deux systèmes de cultures retenus dans le cadre de l'étude

## SDC Référence optimisé

### Rotation culturale sur 9 ans



### Les principales données à la culture du SDC

Source : SCEA Ferme 112

Données	Blé	Luz.	Orge P	Orge H	Colza	Bett.	TOTAL
Rendement (Agreste*) en T/ha	8,07 (7,9)	10 (11)	7,25 (6,5)	8,64 (7,5)	2,3 (3,5)	74 (84)	-
Surface en ha	33	22	11	11	11	11	100
Volume en T	269	222	80	96	25	821	-
Dose d'azote en uN/ha	194	0	135	181	181	73	-
Carburant en L/ha	85	110 65	100	80	100	140	9 278

\*Moyenne AGRESTE du département de la Marne sur 5 ans (2016 à 2020)

### La présence des cultures sur les 3 dernières années

Id-Parcelle	2018	2019	2020	Surface (ha)
11	Blé	COH	Blé	2,59
12	OH	Luz	Luz	2,45
13	Luz	Blé	OP	2,30
14	OP	BS	Blé	2,89
15	BS	Blé	COH	2,73

12,96 ha

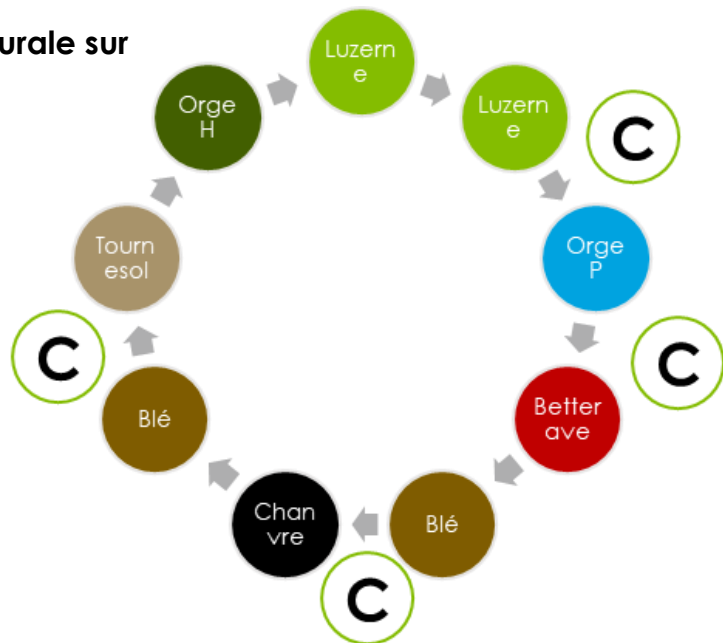


Moyenne rendement culture sur 2 ou 3 ans

# Les deux systèmes de cultures retenus dans le cadre de l'étude

## SDC Auto'N

### Rotation culturale sur 9 ans



### Les principales données à la culture du SDC

Source : SCEA Ferme 112

Données	Blé	Luz	Orge P	Orge H	Tourn	Chan	Bett	TOTAL
Rendement (Agreste*) en T/ha	8,72 <b>(7,9)</b>	9 (11)	8,6 <b>(6,5)</b>	8,66 <b>(7,5)</b>	2,17 (2,3)	8 (7,9)	40 <b>(84)</b>	-
Surface en ha	22	22	11	11	11	11	11	<b>100</b>
Volume en T	194	200	95	96	24	89 (+11 grains)	444	-
Dose d'azote en uN/ha	180	0	120	125	53	47	80	-
Carburant en L/ha	80	110 65	70	80	85	115	110	<b>8 833</b>

\*Moyenne AGRESTE du département de la Marne sur 5 ans (2016 à 2020)

### La présence des cultures sur les 3 dernières années

Id-Parcelle	2018	2019	2020	Surface (ha)
51	Blé	TO	OH	4,02
52	TO	OH	Luz	3,04
53	Luz	OP	BS	2,78
54	Chanvre	Blé	TO	3,57

13,41 ha



Attention : 1 seule année de betterave et de chanvre



# Focus sur la modélisation des systèmes de culture

1. Calcul du poids de chaque culture dans la rotation et modélisation des surfaces associées pour une exploitation de 100 ha.
2. Calcul des données moyennes par ha et par grand poste (fertilisation, produits phytosanitaires, etc.).
3. Multiplication des surfaces de chaque culture par les données moyennes par culture.

⇒ **L'intérêt est de pouvoir comparer les deux systèmes de cultures entre eux.**



### Point de vigilance sur les données d'entrée :

- Les données ne sont pas toujours moyennées à la culture sur 3 ans.
- Les rendements de certaines cultures sont inférieurs ou supérieurs aux moyennes constatées.



### Exemple :

Rotation 3 ans Colza/Blé/orge

Le blé pèse 33,3% soit 33,3 ha  
x

Pratiques moyennes  
(fertilisation, produits phytosanitaires,  
etc.)

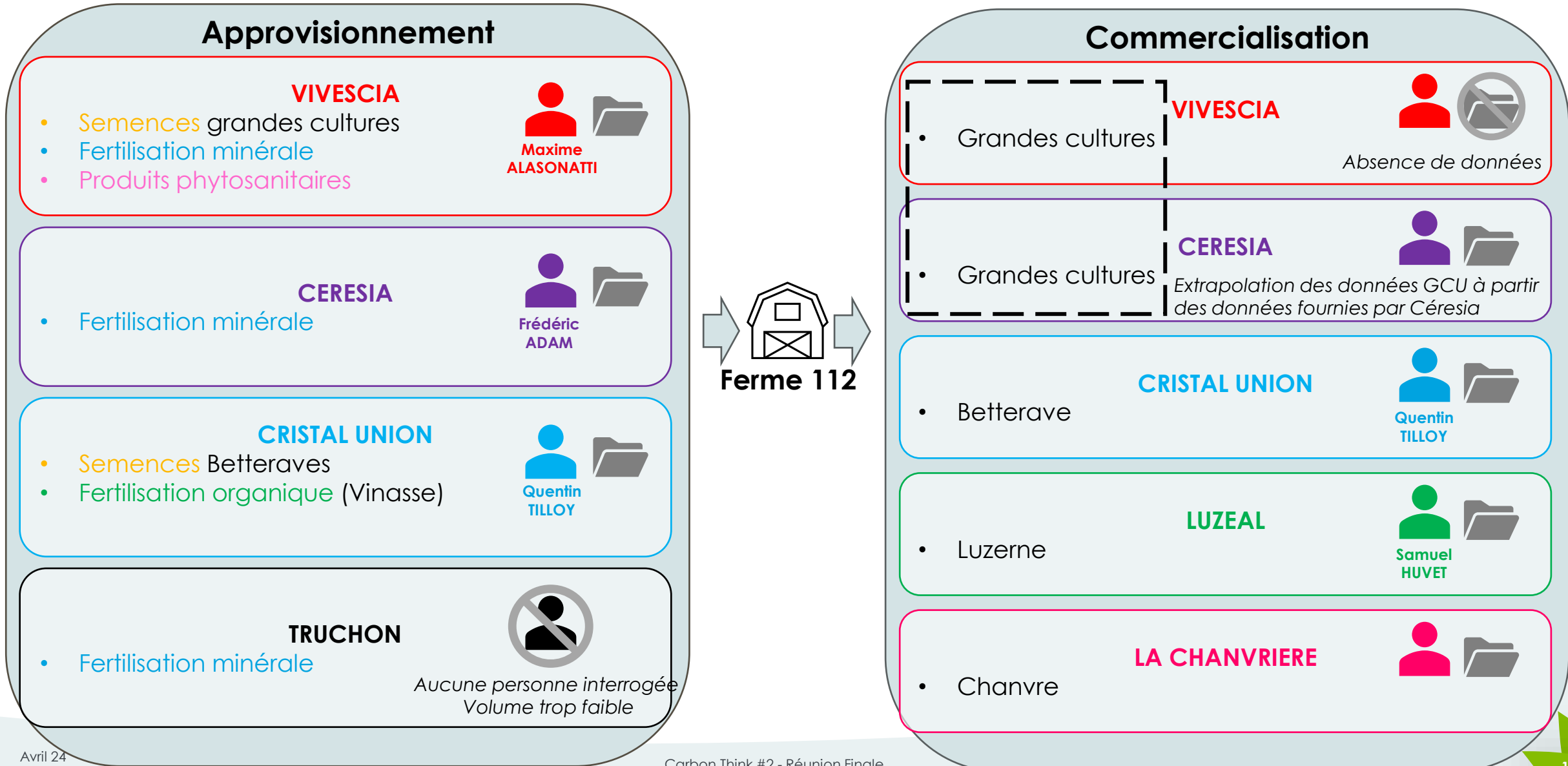
=

volume d'approvisionnement  
pour une ferme de 100 ha



**Phase 3** : collecte de données auprès des acteurs de la transformation

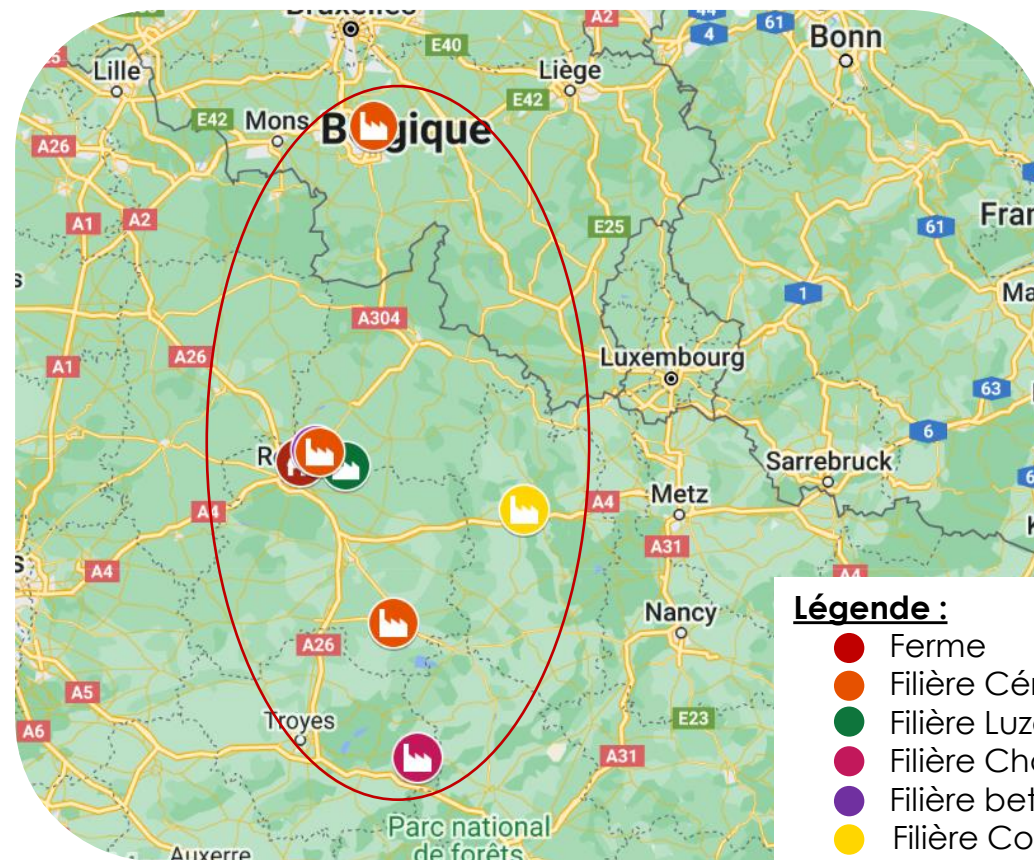
# Les acteurs de l'approvisionnement et de la commercialisation





# Cartographie des acteurs

Le **rayon** d'approvisionnement et de valorisation des produits (1<sup>ère</sup> transformation) de la ferme est de **300 km** maximum.



# La première transformation des produits

Cultures	Usine de rattachement	Transformation/Valorisation
<b>Blé tendre</b>	Cristanol (Bazancourt)	Biocarburants Alcools
<b>Orge Brassicole</b>	Malteurop (Vitry-le-F)	Malt Bière
<b>Orge fourragère</b>	Belgique	Alimentation animale
<b>Colza</b>	Valtris (Baleyecourt)	Huile (alimentaire, biocarburants) Glycérine Acides gras Lécithine Tourteaux
<b>Betterave sucrière</b>	Sucrierie (Bazancourt)	Sucre Alimentation animale Amendements et fertilisants
<b>Luzerne</b>	Luzeal (Pontfaverger)	Alimentation animale
<b>Chanvre</b>	Chanvrière (Bar-sur-Aube)	Huile (alimentaire) Chènevotte (Litière, paillage, bâtiment) Fibres (papier, isolant, textile) Fines (compostage, terreaux, méthanisation)

## 4 usages :

- Alimentation humaine
- Alimentation animale
- Bioénergies
- Autres



---

# Phase 4 : synthèse des résultats

Le système de référence

# 02



# Cartographie du SDC référence optimisé

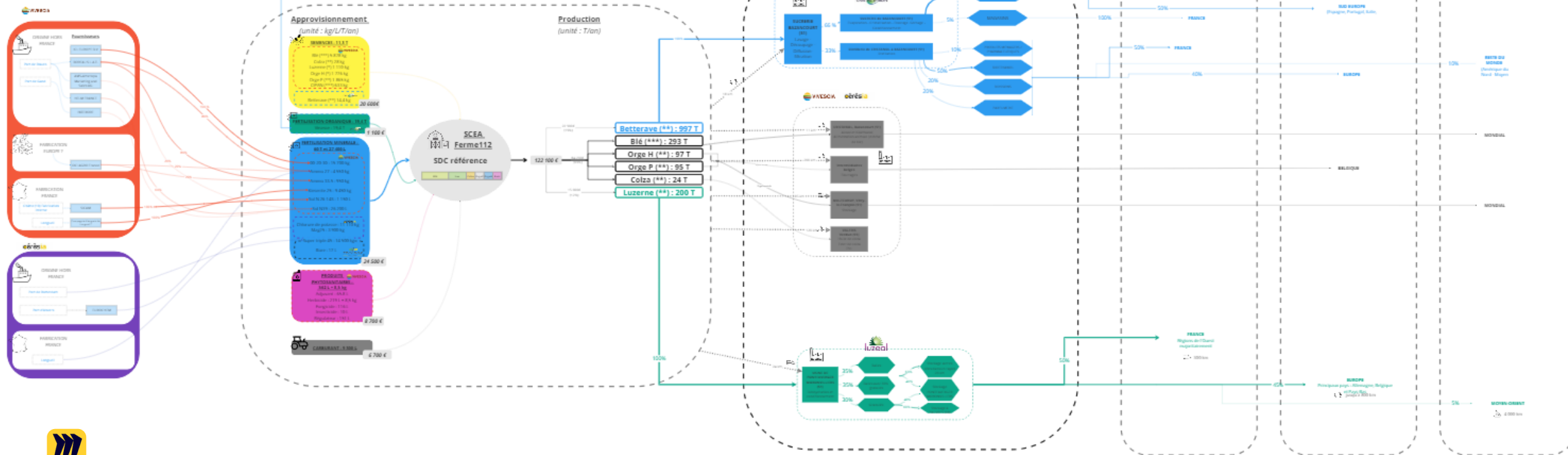


**AMONT**  
Origine de fabrication - Fournisseurs -  
Organisme de stockage

Périmètre SCEA FERME 112

**AVAL**  
Transformation

**AVAL**  
Débouchés



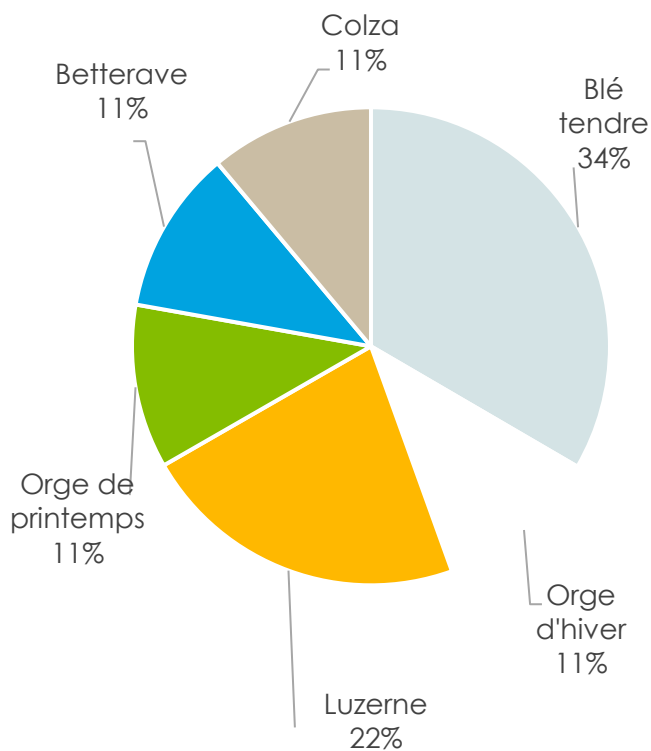
# Analyse des principaux flux entrants et sortants



SDC Référence optimisé



## Assolement moyen

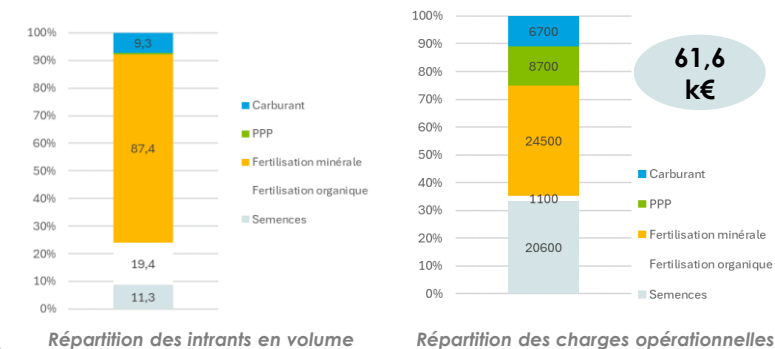


## Pratiques agricoles

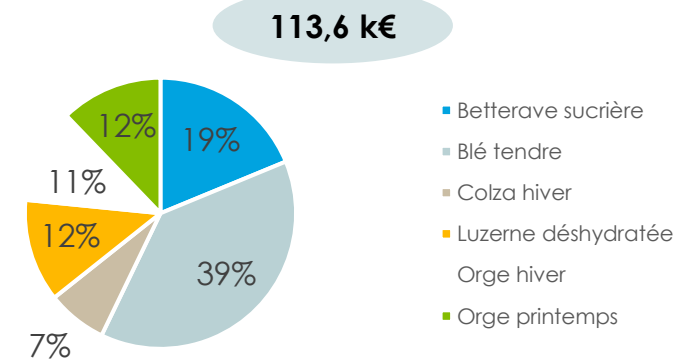
- 6 cultures dans l'assolement sur 9 ans
- Fertilisation minérale azotée :
  - 87% sous forme de **solution azotée**,
  - 13 % apportée sous forme d'ammonitrate,
- Fertilisation organique : vinasse pour **3,5 T/ha**
- Des intercultures avec une biomasse produite estimée à **1 tMS/ha**
- 22 %** de la surface cultivée avec des légumineuses (luzerne)



## Les principaux flux entrants en volume et la répartition de valeur associée



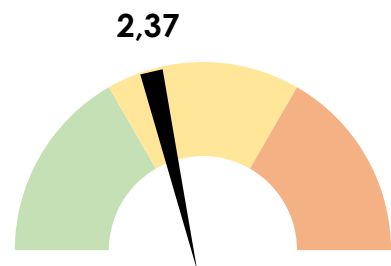
## Le chiffre d'affaires dégagé



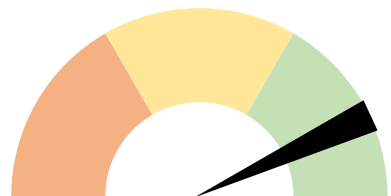
# Analyse de bilan carbone simplifié



## Bilan carbone du système de culture (en t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/ha/an)



Emissions de GES



Stockage C sols

**-0,044**  
tCO<sub>2</sub>e/ha/an

Bilan net

**Légende :**

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



## Profil des émissions de GES

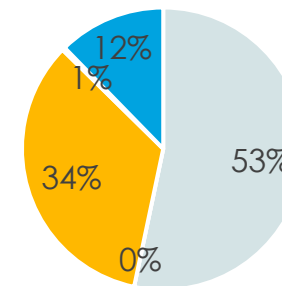
■ N<sub>2</sub>O directes et indirectes liées aux apports d'azote sur les sols

■ CO<sub>2</sub> directes liées aux amendements basiques

■ Empreinte amont des engrais minéraux

■ Empreinte amont des engrais organiques

■ CO<sub>2</sub> directes et empreinte amont liées à la consommation d'énergie fossile



La moyenne des émissions de GES de l'ensemble des exploitations est de **2,37** tCO<sub>2</sub>e/ha/an.

La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un stockage de **2,41** tCO<sub>2</sub>e/ha/an soit 241 kg CO<sub>2</sub>e/ha/an.

La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de **-0,044** tCO<sub>2</sub>e/ha/an.

Le poste le plus émetteur concerne les émissions de N<sub>2</sub>O au champ (directes et indirectes) qui pèsent pour 53 % des émissions de cette typologie. La fabrication et le transport des engrais minéraux et organiques comptent pour 34 % des émissions.

# Analyse des émissions à la culture

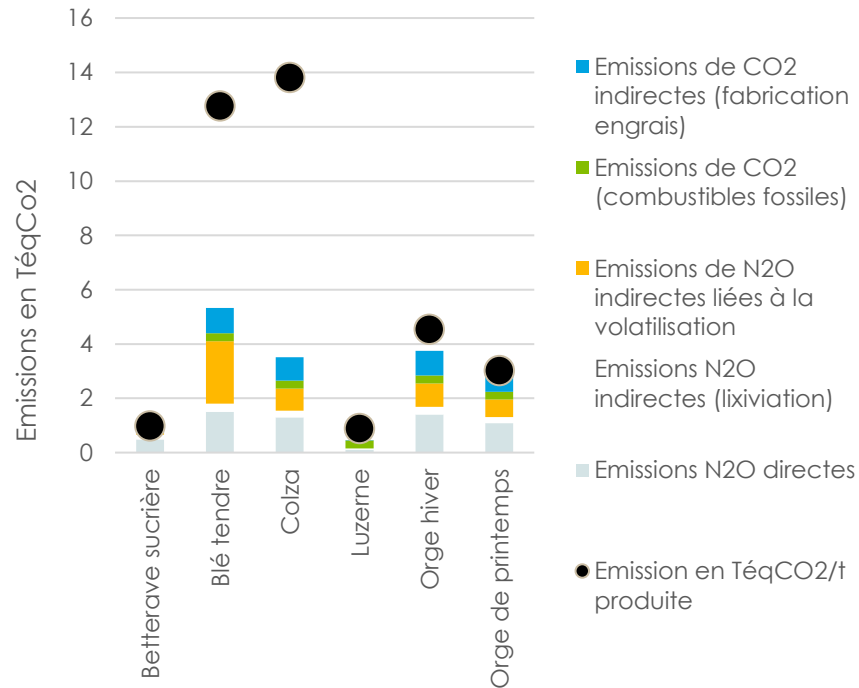


SDC Référence optimisé



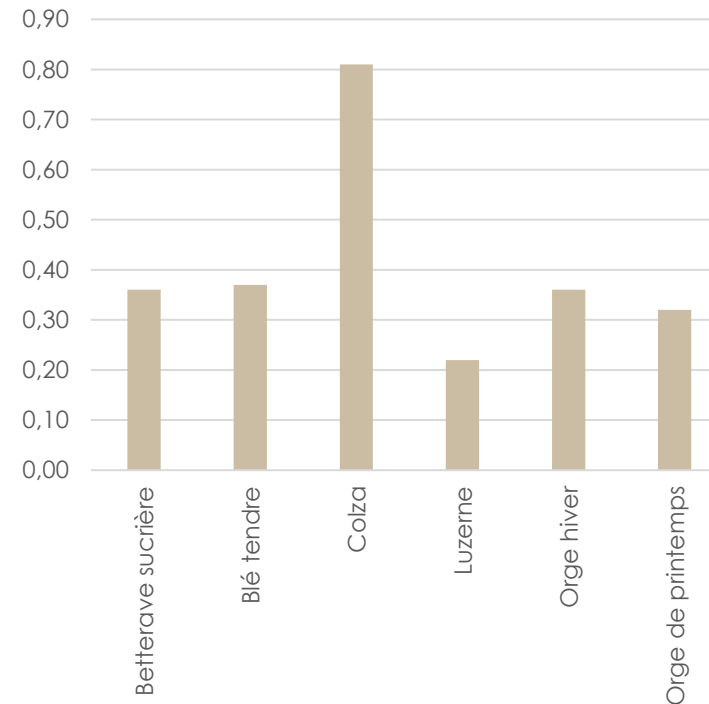
## Bilan des émissions à la culture

(en teqCO2/ha/an et en teqCO2/T produite/an)



## Stockage à la culture

(en teqCO2/T produite)



**48% des émissions** totales sont dues au blé tendre d'hiver.

Néanmoins l'évaluation de ces émissions à la tonne produite (point noir sur le graphique ci-contre) met en évidence le blé et le colza comme les premières cultures émettrices de gaz à effet de serre à la tonne produite.

A l'inverse la luzerne et la betterave sont celles les plus vertueuses :

- Luzerne : uniquement des apports de PK et consommation de carburant
- Betterave : malgré des rendements en deçà de la moyenne départementale, la betterave consomme peu de NPK.

**Note méthodologique** : le rendement utilisé est le rendement aux normes de la culture (en T MS/ha).

# Conclusions



SDC Référence optimisé

Le système de référence optimisé est notre base de comparaison avec les deux autres systèmes étudiés.

Ce qu'on observe dans ce système c'est que la fertilisation minérale représente plus de 80% des volumes entrant pour 40 % de la valeur. Le 2<sup>ème</sup> poste en valeur est les semences, même si elles représentent peu en volume.

Sur la partie GES, sans surprise les émissions sont principalement liées à l'utilisation de la fertilisation minérale azotée.

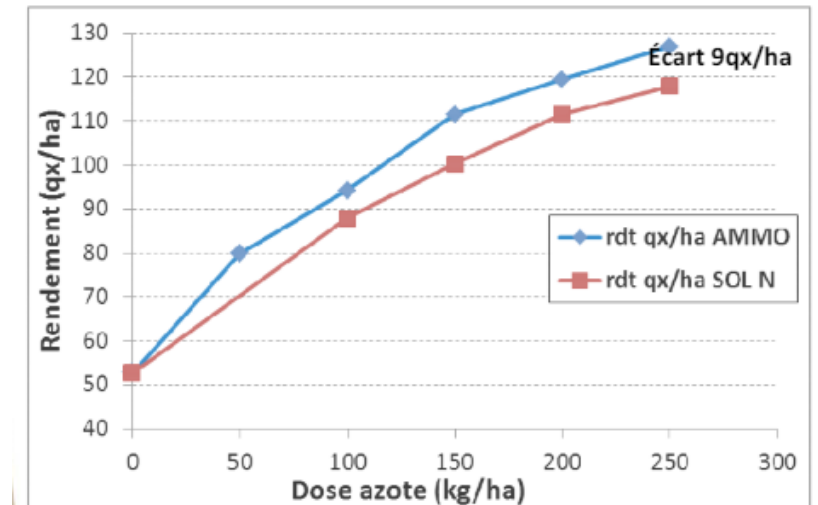
En résumé : la fertilisation minérale (principalement la fertilisation azotée) représente :

- 80% des volumes entrants,
- 40% des charges opérationnelles,
- 80% des émissions de GES.

Néanmoins son utilisation reste indispensable d'autant plus en sol de craie.

Un des leviers qui sera utilisé dans les prochains systèmes est l'évolution vers une forme moins émettrice et une dose d'azote optimisée comme le montre la courbe de réponse.

Exemple de courbe de réponse à l'azote sur Blé  
Source : ARVALIS-Institut du végétal





# Phase 4 : synthèse des résultats

Le système AUTO'N

# 02



# Cartographie du SDC Auto'N

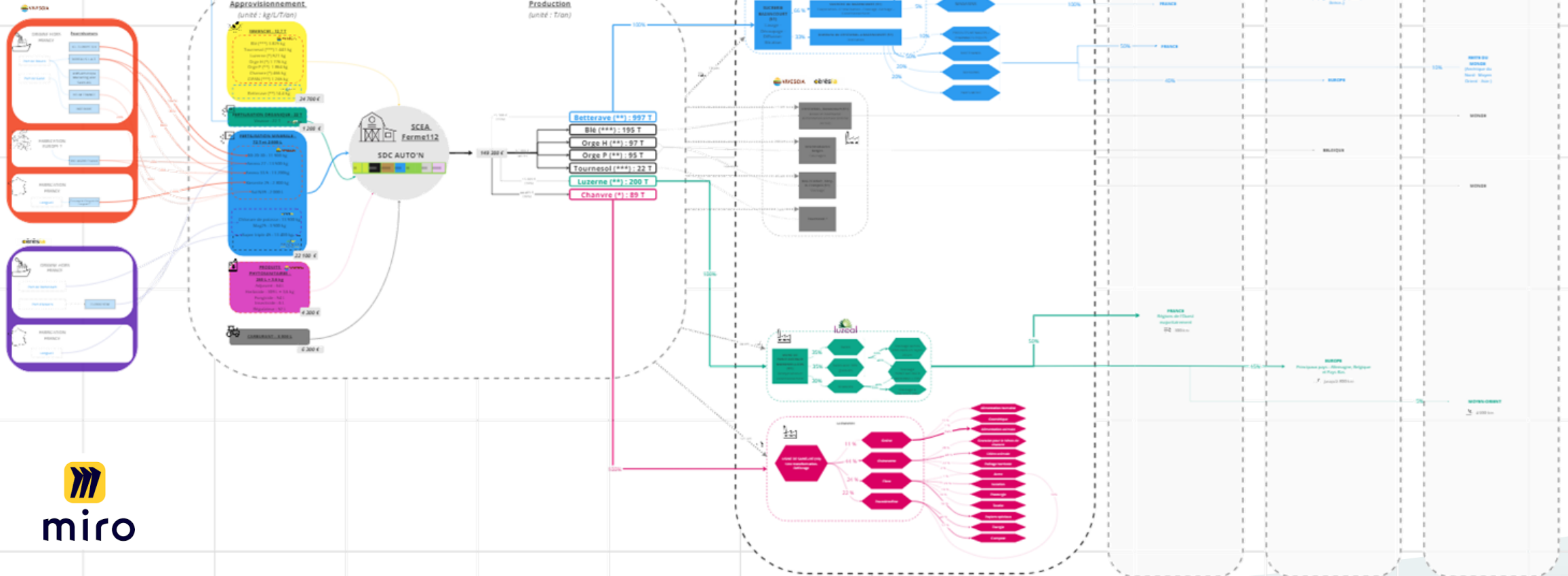


SDC AUTO'N

**AMONT**  
Origine de fabrication - Fournisseurs -  
Organisme de stockage

Périmètre SCEA FERME 112

**AVAL**  
Transformation



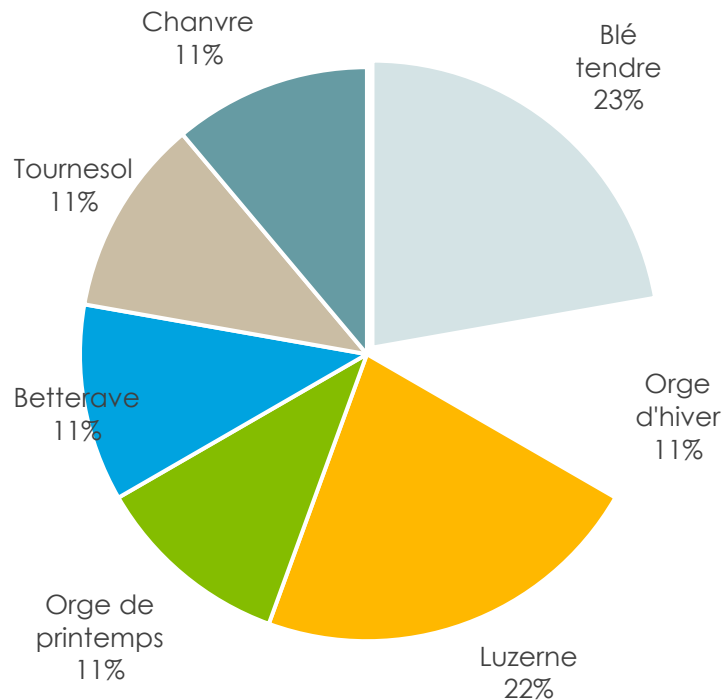
# Analyse des principaux flux entrants et sortants



SDC AUTO'N



## Assolement moyen

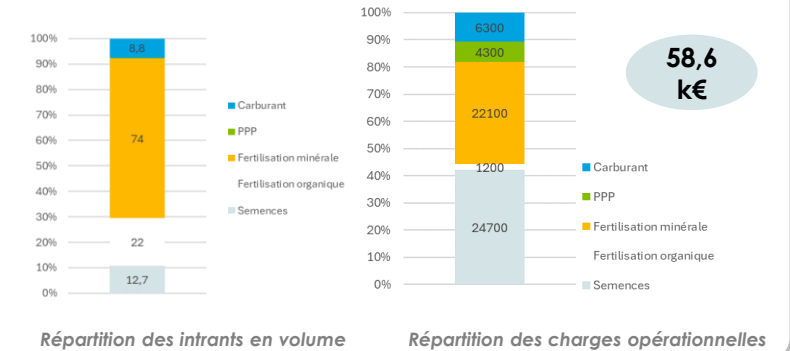


## Pratiques agricoles

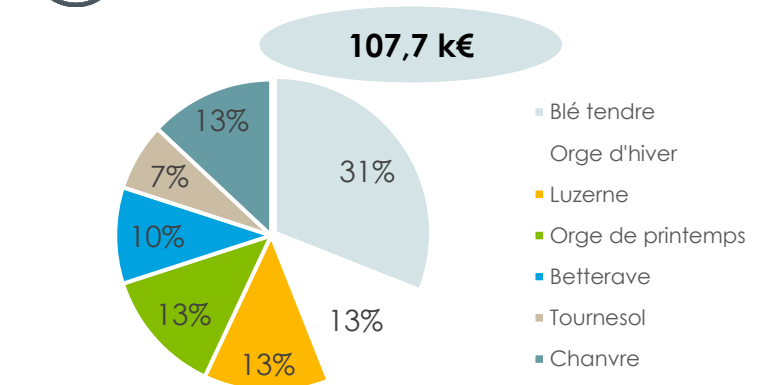
- 7 cultures dans l'assolement sur 9 ans
- Fertilisation minérale azotée :
  - **100%** sous forme sous forme d'**ammonitrate**,
- Fertilisation organique : vinasse pour **2 T/ha**
- Des intercultures avec une biomasse produite estimée à **2,8 tMS/ha**
- **22 %** de la surface cultivée avec des légumineuses (luzerne)



## Les principaux flux entrants en volume et la répartition de valeur associée



## Le chiffre d'affaires dégagé



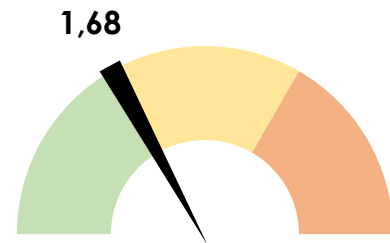
# Analyse de bilan carbone simplifié



SDC AUTO'N



## Bilan carbone du système de culture (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$ )



Emissions de GES



Stockage C sols

**-0,40**  
 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$

Bilan net

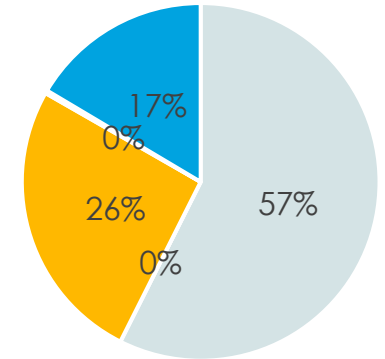
**Légende :**

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



## Profil des émissions de GES

- N<sub>2</sub>O directes et indirectes liées aux apports d'azote sur les sols  
CO<sub>2</sub> directes liées aux amendements basiques
- Empreinte amont des engrais minéraux
- Empreinte amont des engrais organiques
- CO<sub>2</sub> directes et empreinte amont liées à la consommation d'énergie fossile



La moyenne des émissions de GES de l'ensemble des exploitations est de **1,68**  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ .

La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un stockage de **2,08**  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$  soit 208  $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ .

La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de **-0,40**  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ .

Le poste le plus émetteur concerne les émissions de N<sub>2</sub>O au champ (directes et indirectes) qui pèsent pour 57 % des émissions de cette typologie. La fabrication et le transport des engrais minéraux et organiques comptent pour 26 % des émissions.

# Analyse des émissions à la culture

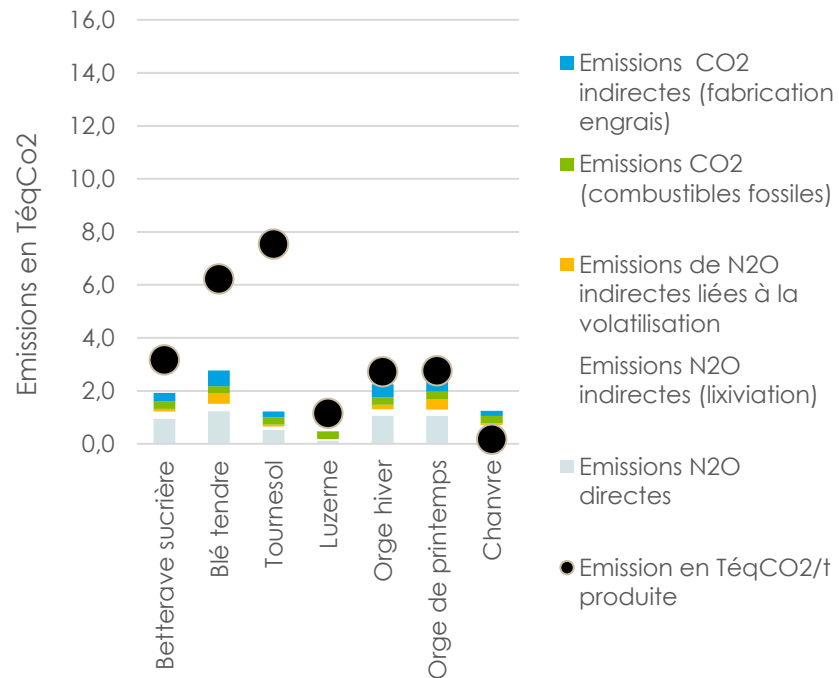


SDC AUTO'N



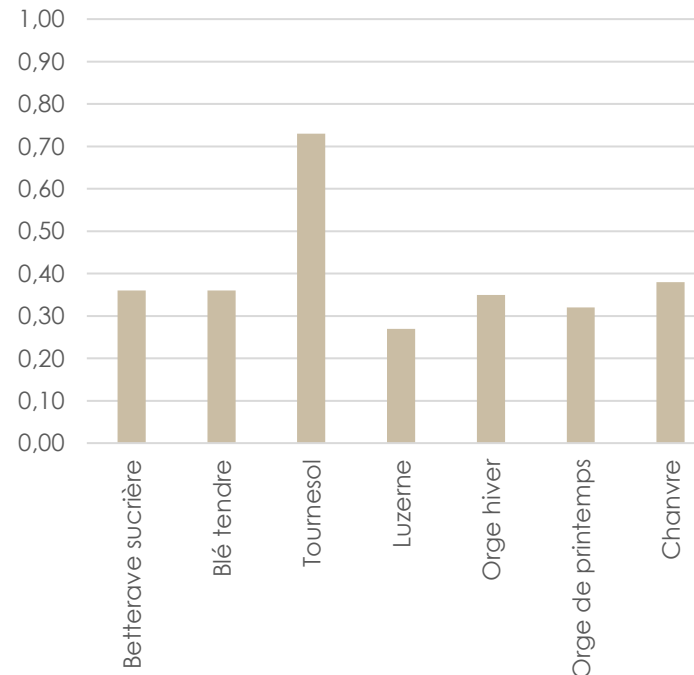
## Bilan des émissions à la culture

(en  $teqCO_2/ha/an$  et en  $teqCO_2/Tproduite/an$ )



## Stockage à la culture

(en  $teqCO_2/T produite$ )



37% des émissions totales sont dues au blé tendre d'hiver.

Néanmoins l'évaluation de ces émissions à la tonne produite (point noir sur le graphique ci-contre) met en évidence le blé et le tournesol comme les premières cultures émettrices de gaz à effet de serre à la tonne produite.

Le tournesol malgré ses faibles apports, à la tonne produite se retrouve la culture la moins vertueuse (17q/ha). Remis dans un contexte de rendements départementaux (22q/ha), le tournesol a les mêmes émissions à la tonne produite qu'un blé tendre. A l'inverse la luzerne, le chanvre et la betterave sont celles les plus vertueuses.

**Note méthodologique** : le rendement utilisé est le rendement aux normes de la culture (en T MS/ha).

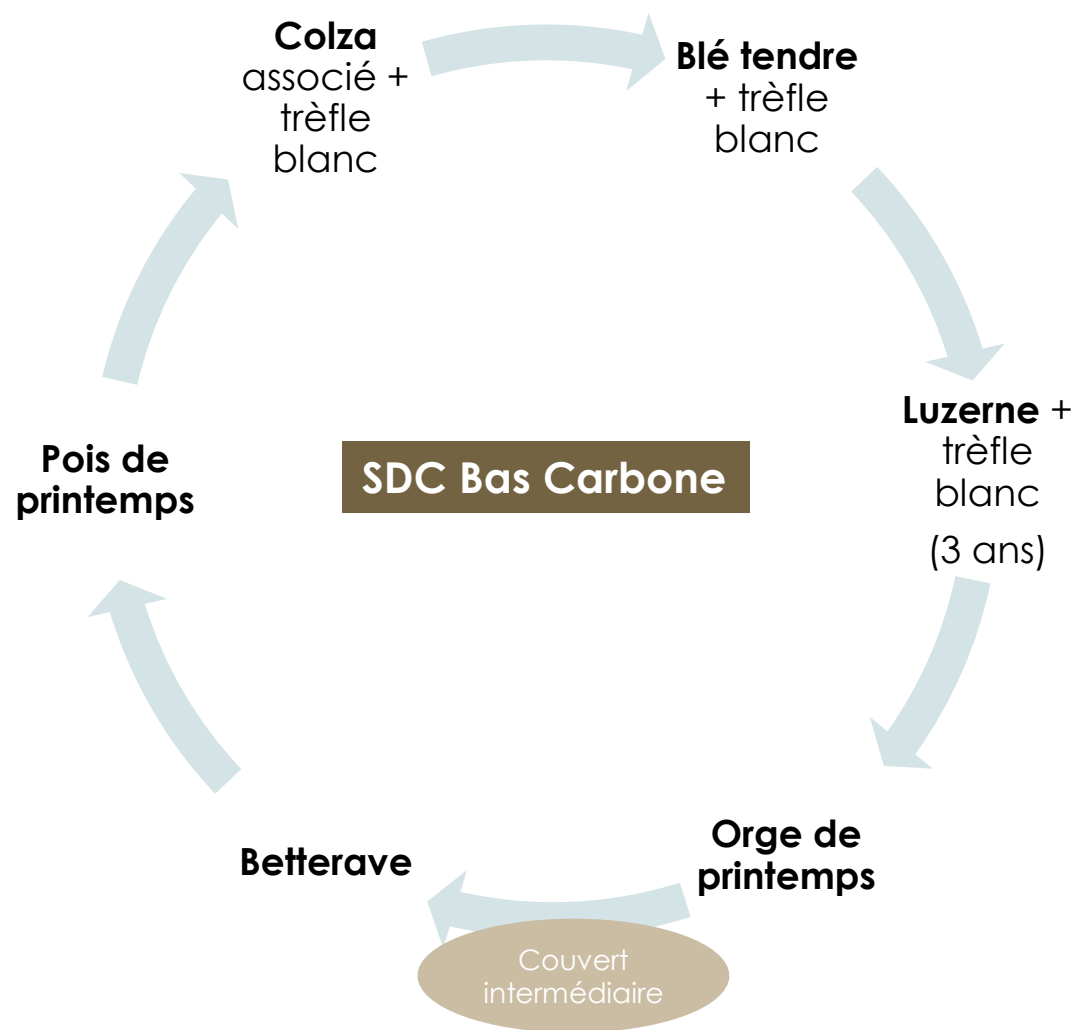




—  
Un SDC tourné vers la  
transition bas carbone

03

# SDC bas carbone



## Objectif :

Le système de culture bas carbone reste basé sur une rotation de référence Champenoise qui comprend les cultures suivantes : blé tendre, orge de printemps, colza et betterave sucrière.

Sur cette base est introduite, des cultures peu demandeuses en azote : pois de printemps et luzerne.

Les intercultures sont couvertes de la manière suivante :

- introduction de trèfle semi-permanent au moment du semis du colza pour couvrir le sol, avec objectif de le maintenir jusque dans la luzerne.
- 1 CIPAN pour couvrir le sol en hiver avec destruction de celui-ci en sortie d'hiver.



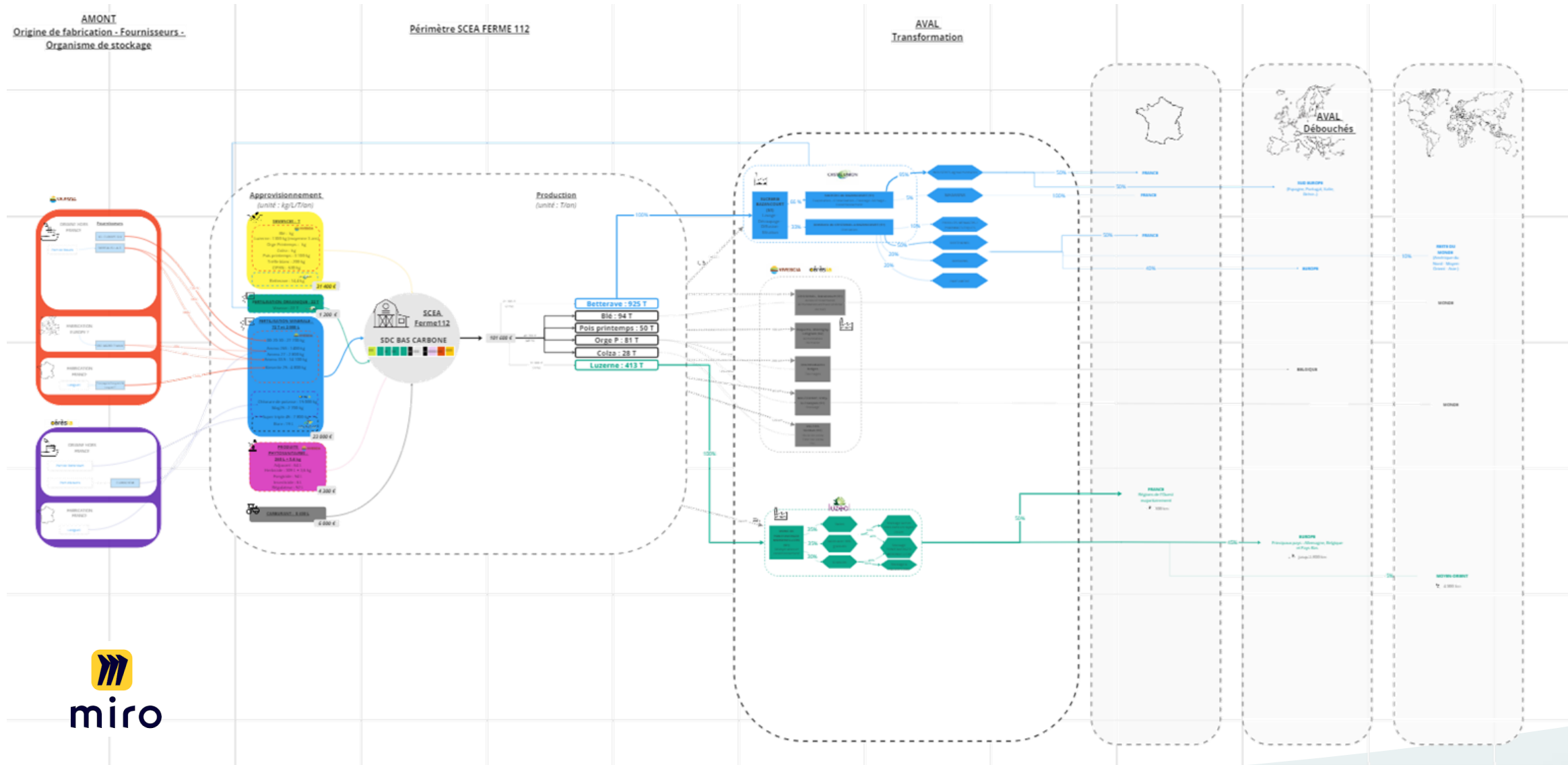
# SDC bas carbone : la philosophie

Leviers		Hypothèses	Source
<b>Cultures principales</b>	Légumineuses en cultures principales (pois/luzerne)	0 uN/ha	/
	Effet du pois de printemps sur la culture suivante	-10 kgN/ha sur la culture suivante	Terres Univia
<b>Cultures intermédiaires et semi-permanentes</b>	1 CIPAN	- 5 à -15 kgN/ha sur la culture suivante	ARVALIS
	Couvert semi-permanent	Sur le blé : -30 à -40 kgN/ha -7% sur le rendement	ARVALIS
	Colza associé	-30 kgN/ha sur la dose totale	Terres Univia
<b>Changement de forme</b>	Arrêt de la solution azoté	Ammonitrate 27	CITEPA



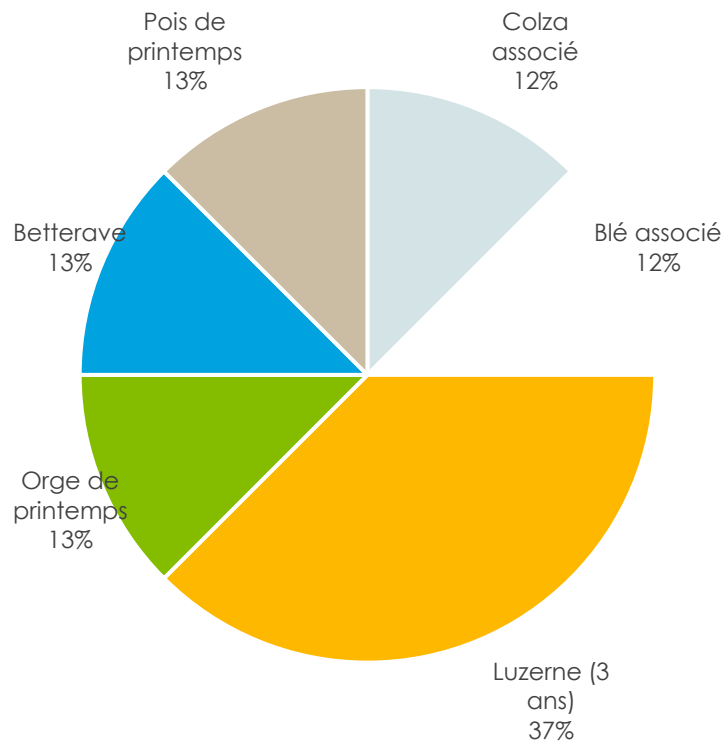
	Dose N SDC réf	Dose N SDC Bas Carbone
<b>Blé tendre</b>	194	160
<b>Colza</b>	181	140
<b>Orge de printemps</b>	135	100
<b>Betterave</b>	73	73

# Cartographie du SDC Bas Carbone





## Assolement moyen

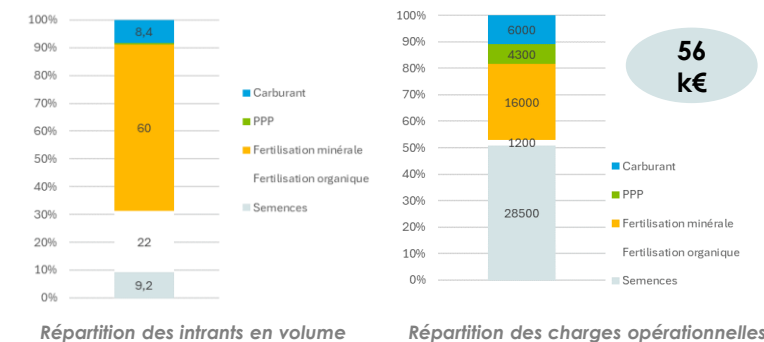


## Pratiques agricoles

- 6 cultures dans l'assolement sur 8 ans
- Fertilisation minérale azotée :
  - **100%** sous forme sous forme d'**ammonitrate**
- Fertilisation organique : vinasse pour **2 T/ha**
- Des intercultures avec une biomasse produite estimée à **2 tMS/ha**
- **50 %** de la surface cultivée avec des légumineuses (luzerne + pois)

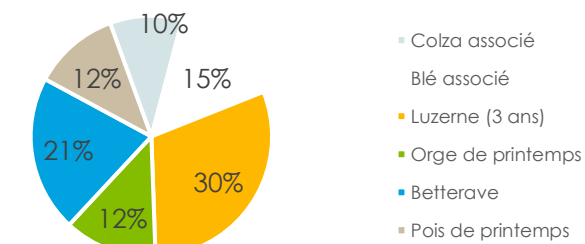


## Les principaux flux entrants en volume et la répartition de valeur associée



## Le chiffre d'affaires dégagé

**101,6 k€**



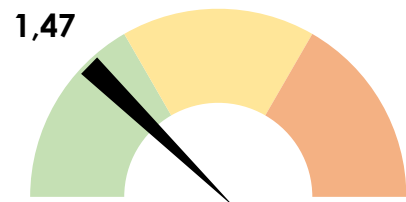
# Analyse de bilan carbone simplifié



SDC BAS CARBONE



## Bilan carbone du système de culture (en $\text{teqCO}_2/\text{ha}/\text{an}$ )



Emissions de GES



Stockage C sols

**-0,86**  
 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$

Bilan net

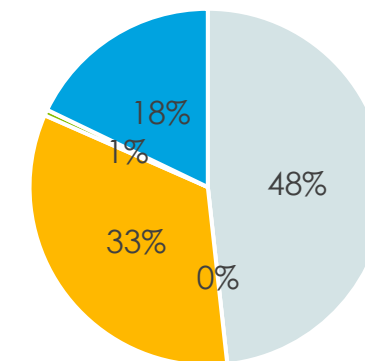
**Légende :**

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



## Profil des émissions de GES

- N<sub>2</sub>O directes et indirectes liées aux apports d'azote sur les sols  
CO<sub>2</sub> directes liées aux amendements basiques
- Empreinte amont des engrais minéraux
- Empreinte amont des engrais organiques
- CO<sub>2</sub> directes et empreinte amont liées à la consommation d'énergie fossile



La moyenne des émissions de GES de l'ensemble des exploitations est de **1,47**  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ .

La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un stockage de **2,34**  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$  soit 234  $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ .

La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de **-0,86**  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ .

Le poste le plus émetteur concerne les émissions de N<sub>2</sub>O au champ (directes et indirectes) qui pèsent pour 48 % des émissions de cette typologie. La fabrication et le transport des engrais minéraux et organiques comptent pour 33 % des émissions.

# Analyse des émissions à la culture

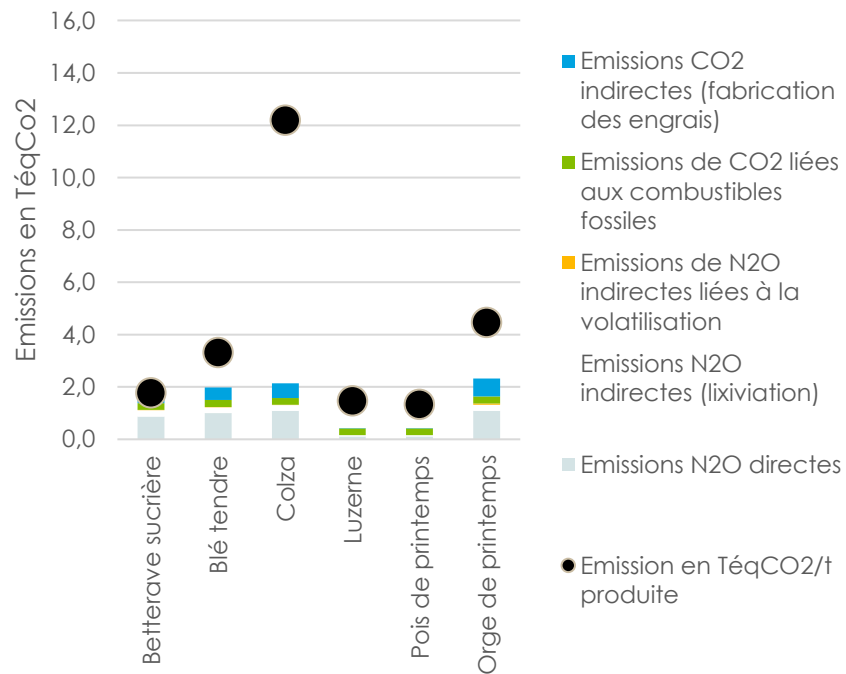


SDC BAS CARBONE



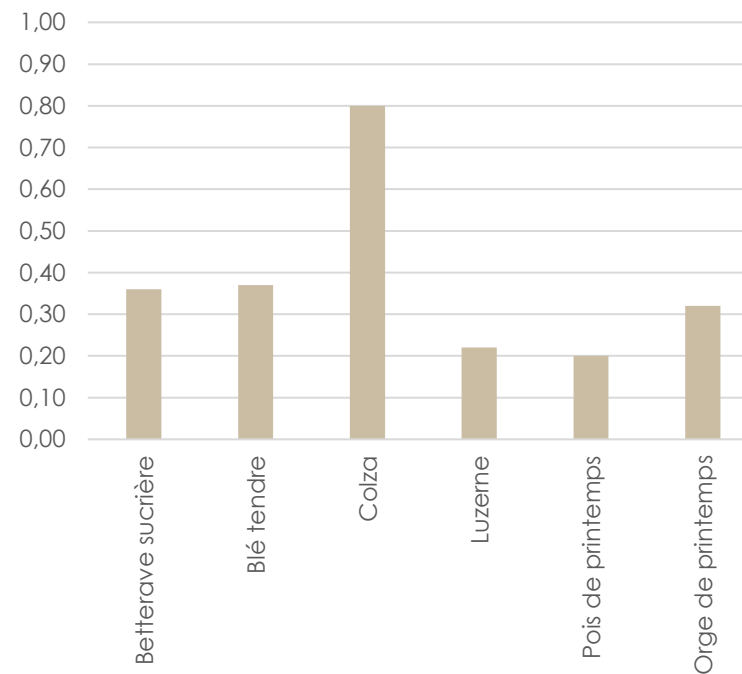
## Bilan des émissions à la culture

(en teqCO<sub>2</sub>/ha/an et en teqCO<sub>2</sub>/T produite/an)



## Stockage à la culture

(en teqCO<sub>2</sub>/T produite)



Dans ce système avec les évolutions de dose et les changements de forme, l'impact carbone est sensiblement le même quel que soit la culture.

Néanmoins l'évaluation de ces émissions à la tonne produite (point noir sur le graphique ci-contre) met en évidence le **colza** comme **première culture émettrice de gaz à effet de serre à la tonne produite**.

A l'inverse la **luzerne**, le **pois de printemps** et la **betterave** sont celles les **plus vertueuses**.

**Note méthodologique** : le rendement utilisé est le rendement aux normes de la culture (en T MS/ha).



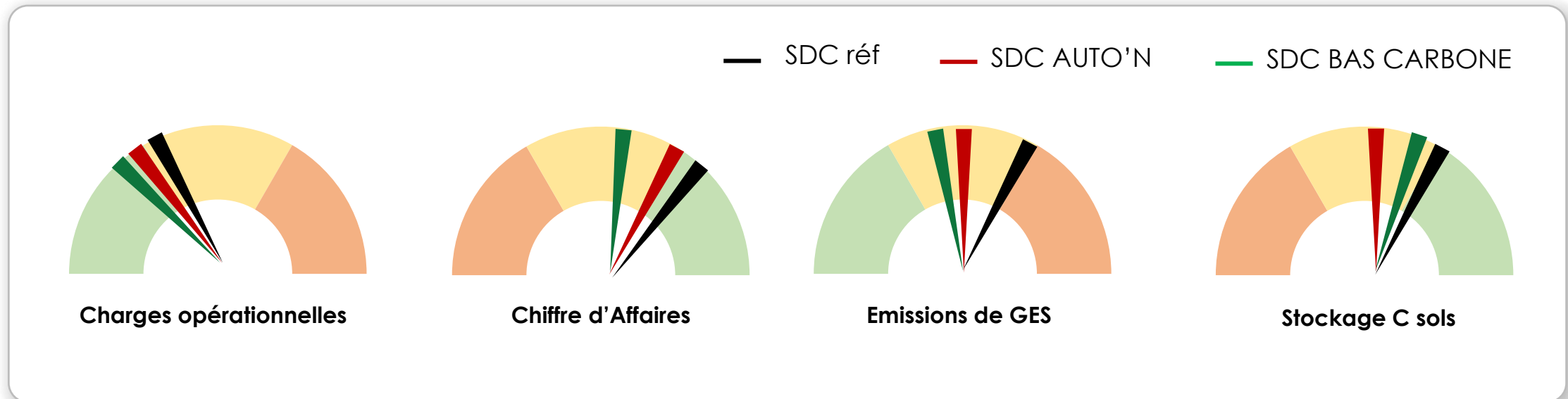
Conclusions 04



# Conclusions

De cette étude, il en ressort les résultats suivants :

- Le **poste drainant** en volume et en valeur est, sans surprise, la **fertilisation minérale (principalement azotée)**, poste également le plus impactant au niveau des émissions carbone. Ces émissions peuvent déjà être réduites sans toucher à la dose ou au système de culture en place, en choisissant la forme la moins impactante (ce qu'on observe dans les émissions de GES des SDC AUTO'N et Bas Carbone), néanmoins avec une augmentation sur les charges opérationnelles. Ce poste sera d'autant plus difficile à réduire en sol de craie.



# Conclusions

- A l'échelle de l'agriculteur, les évolutions de système se traduisent de la manière suivante :
  - Pour réduire son impact carbone, le changement de forme peut être réalisé mais avec des conséquences économiques sur les charges. D'autres sources d'azote peuvent être introduites dans les systèmes de culture : légumineuses en culture principale et/ou mise en place dès que possible d'intercultures, toutefois avec ses limites techniques et climatiques.
  - Sur le chiffre d'affaires généré, le système de culture AUTO'N reste compétitif par rapport au système de référence, en comparaison du système Bas Carbone qui décroche du fait de la baisse de productivité des cultures engendrées par la baisse d'azote et l'évolution des cultures dans la rotation.
  - Côté agronomique, une présence accrue de légumineuses peut induire une augmentation des maladies du sol.
- A l'échelle de la collecte et de la transformation :
  - Collecte : l'évolution des SDC se traduit par une baisse sur les PPP, une diversification des achats (notamment des semences) et une diversification des débouchés (stockage, logistique, acheteur).
  - Première transformation existante : le principal impact des évolutions de système est la baisse sur les volumes collectés en proximité. L'introduction de nouvelles cultures peut potentiellement maintenir ou créer de nouveau débouché en local (non étudié dans le cadre de cette étude).

# Les leviers bas-carbone

## Réduire les émissions

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

### ÉMISSIONS DE GES

#### Fertilisation

##### Réduire la dose d'azote minéral

Changer la forme d'azote (*réduction de dose permise par une moindre volatilisation*)  
Adopter des outils d'aide à la décision  
Ajuster des objectifs de rendements  
Augmenter l'azote fixé par les intercultures

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

Introduire des légumineuses dans la rotation  
Planter des cultures à faible besoin en azote

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

Changer la forme d'azote  
Utiliser des inhibiteurs d'uréase  
Enfouir dans les 12h après épandage  
Réaliser des apports localisés au semis

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

Réduire les délais d'enfouissement  
Changer le matériel utilisé

##### Utiliser des inhibiteurs de nitrification

#### Consommation de carburant

##### Réduire la consommation à l'ha

Passer à l'écoconduite  
Renouveler les outils de traction

##### Réduire le travail du sol et passer au semis direct

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

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

# Leviers bas carbone

## Fertilisation

Impact sur le bilan\* :



Elevé



Moyen

\* L'impact de chaque levier dépend de la surface sur laquelle le levier est modélisé ainsi que de son intensité d'implémentation et du type de sol.

Impact	Levier	Moyens	Ordres de grandeur - Efficacité
	<b>Réduire la dose d'azote minéral</b>	Changer la forme d'azote pour une forme moins volatile Adopter des outils d'aide à la décision Ajuster des objectifs de rendements, etc Apports localisés au semis Augmenter l'azote fixé par les intercultures	-12,7 kgeqCO <sub>2</sub> /kgN minéral évité (en considérant la réduction d'émissions directes au champ et indirectes liée à la fabrication des engrais) (Label Bas Carbone)
	<b>Introduire de nouvelles cultures dans la rotation à plus faible besoin en azote</b>	Introduire des légumineuses dans la rotation principale Remplacer des cultures fortement fertilisées par d'autres à plus faible besoin	-2000 à -2200 kgeqCO <sub>2</sub> /ha pour une féverole, un pois, un soja ou un lupin en culture principale non fertilisée par rapport à une culture fertilisée comme le blé (Label Bas Carbone)
	<b>Utiliser des inhibiteurs de nitrification</b>		-317 kg CO <sub>2</sub> eq/ha/an (Pellerin et al., 2013)
	<b>Réduire la volatilisation de l'azote apporté par les engrais minéraux</b>	Changer la forme d'azote apportée Utiliser des inhibiteurs d'uréase Enfouir dans les 12h après épandage Apports localisés au semis	-0,26 kg eqCO <sub>2</sub> /uN de solution azotée enfouie dans les 12 heures (par rapport à une solution azotée épandue classiquement) (Label Bas Carbone) -0,47 kg eqCO <sub>2</sub> /uN apportée avec de l'urée avec inhibiteur d'uréase (par rapport à une urée classique) (Label Bas Carbone)
	<b>Réduire la volatilisation de l'azote apporté par les engrais organiques</b>	Réduire les délais d'enfouissement Changer le matériel utilisé	
	<b>Chaulage des sols acides (pH &lt; 6,8)</b>	Amendements	

# Comparaison des émissions entre la solution azotée et l'ammonitrate

Pour 1 uN	Solution azotée (en kg eqCO2)	Ammonitrate (en kg eqCO2)
N2O Directes	6,66	6,66
N2O Volatilisation	0,43	0,12
N2O Lixiviation	1,10	1,10
GES Amont Min	4,99	3,97
<b>Total</b>	<b>13,2</b>	<b>11,9</b>

-10%



La solution azotée **produit plus d'émissions au champ** (volatilisation de l'azote sous forme uréique) que l'ammonitrate

La solution azotée a un **processus de fabrication plus émissif** que l'ammonitrate

→ Des réductions de doses peuvent être également appliquées, on considère que l'on peut baisser la dose de 10% entre la solution azotée et l'ammonitrate (moins de volatilisation, forme plus efficace).

# Limites de l'étude

Les limites de l'étude qui ont été recensées sont :

- Les données d'entrée

- les rendements obtenus sur betterave, orge d'hiver et orge de printemps, qui sont soit en dessous soit au-dessus de la référence régionale, mais surtout qui sont disparates entre SDC.
- Le nombre d'année de référence par culture au sein des systèmes de cultures.  
⇒ ses différences rendement compliqués l'analyse entre les systèmes de cultures.

- L'impact des évolutions de systèmes sur les industries de première transformation.





**agrosolutions**  
Édifier un monde durable

**MERCI DE VOTRE ATTENTION**



**VOTRE CONTACT**

**Fabienne BOIZET NOEL**

Consultante sénior

[fboizetnoel@agrosolutions.com](mailto:fboizetnoel@agrosolutions.com)

06 13 83 05 38