



---

# Au programme

- 14h00 : L'enjeu du Carbone en agriculture
- 14h15 : CarbonThink, de l'évaluation au financement du Carbone en grandes cultures
- 14h30 : Echanges techniques autour d'un diagnostic d'Agri & Résultats moyens CDER
- 15h00 : Avis de conseillers et discussions
  - 15h00 : CA51 /CRAGE - sur la fertilisation azotée
  - 15h20 : CERESIA - sur les intercultures
  - 15h40 : CRISTAL UNION - sur la betterave bas-Carbone
  - 16h00 : SCARA - sur la traçabilité (HVE, Carbone...)
- 16h20 : Valorisation du Carbone
- 16h30 : Echanges libres
- 16h45 : Fin

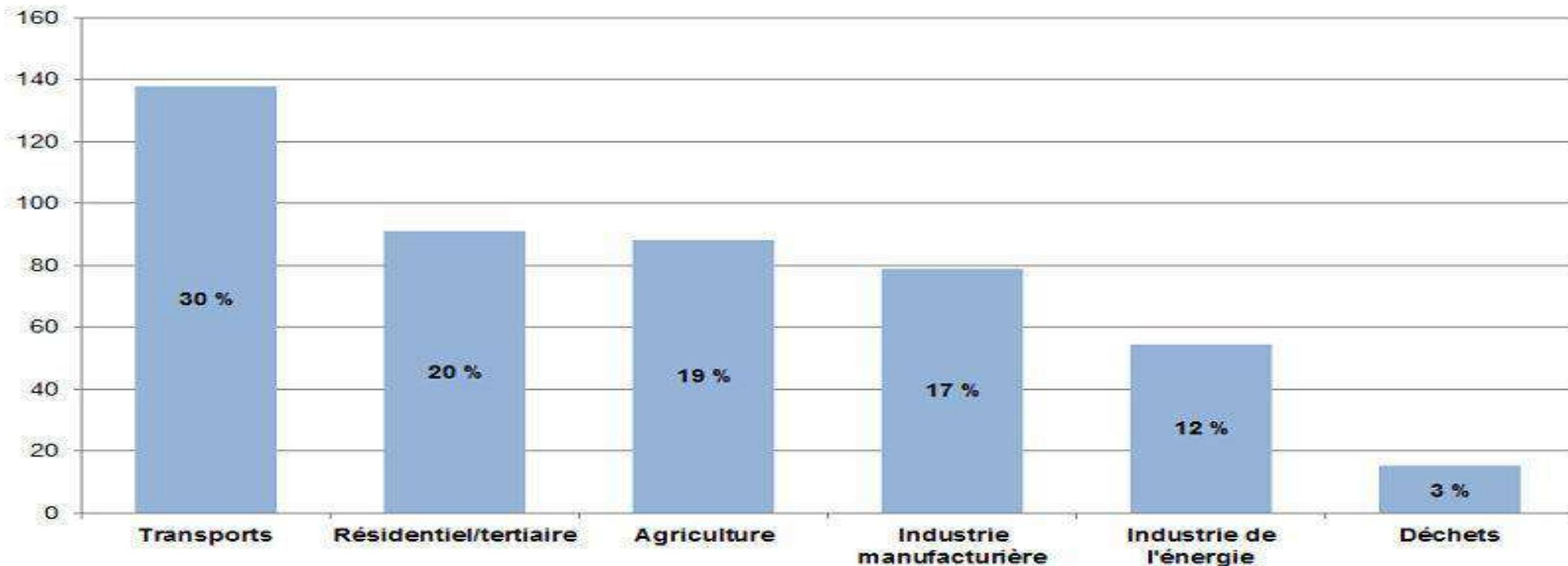
# ENJEUX DU C EN AGRICULTURE

Carbone Tour  
28 novembre 2022



# Les émissions de GES en France et par secteur

En millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e



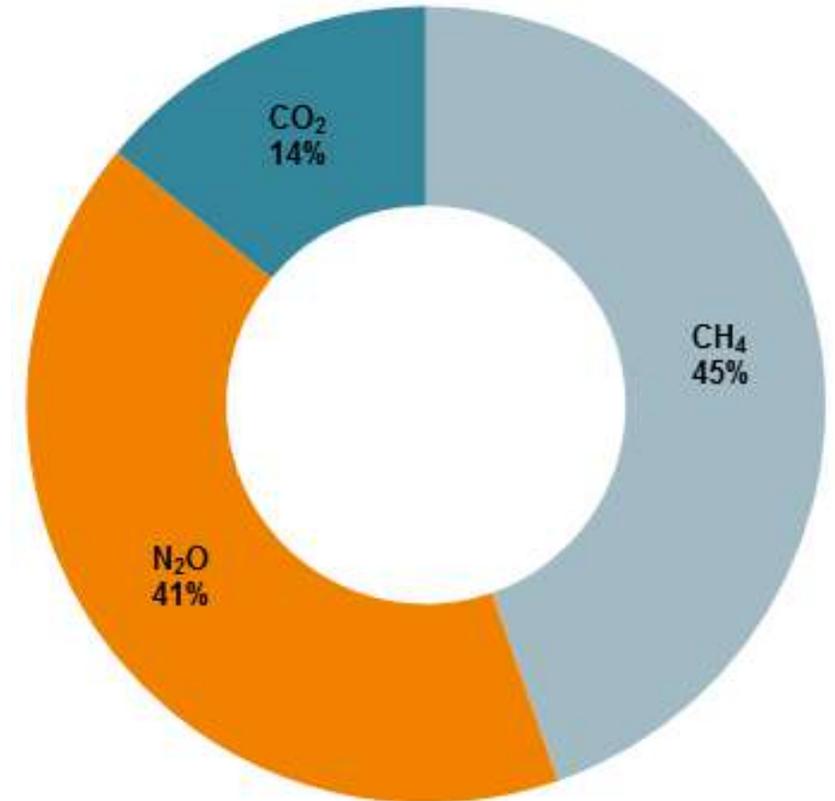
Source : Ministère de la transition écologique (CITEPA)

# Répartition des GES issus de l'agriculture

GES	Pouvoir réchauffant (éq. CO <sub>2</sub> )
CH <sub>4</sub> - méthane	25
N <sub>2</sub> O - protoxyde d'azote	298
CO <sub>2</sub> - dioxyde de carbone	1

Source : ADEME/INRA

**-8% => évolution des émissions de GES en agriculture de 1990 à 2018**



Source : Ministère de la transition écologique (CITEPA)

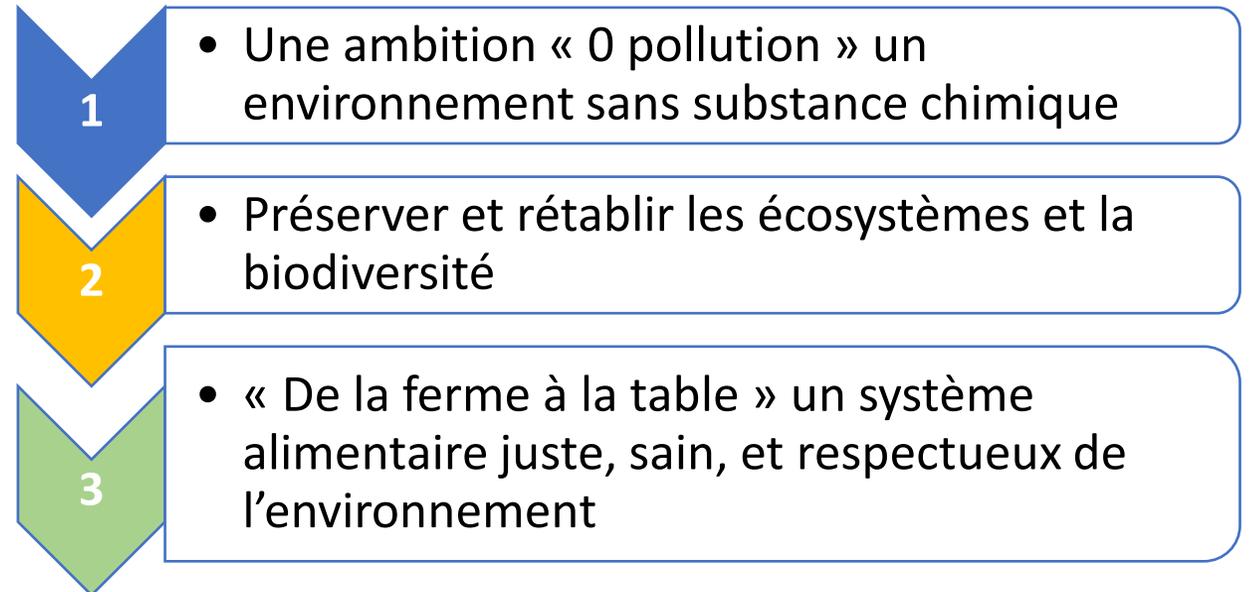
# La stratégie Française et Européenne

## France : les objectifs à 2050

- Réduction de 40% des émissions de GES en 2030 par rapport à 1990
- Neutralité carbone en 2050

## L'UE en tant que leader mondial

- Green deal = pacte vert pour l'Europe
- 1 000 milliards d'€ sur 10 ans
- Neutralité carbone en 2050
- PAC 2021-2027



# L'agriculture est porteuse de solutions

## Réduire

- Les apports d'engrais azotés
- Revoir l'alimentation du bétail

## Compenser

- Valoriser les déchets (biogaz/biocarburant)
- Produire de l'électricité

## Stocker

- le carbone dans les sols



# Quels sont les leviers bas-carbone de réduction des émissions ?

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

## EMISSIONS DE GES

### Fertilisation

#### Réduire la dose d'azote minéral

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

Adopter des outils d'aide à la décision  
Ajuster des objectifs de rendements  
Augmenter l'azote fixé par les intercultures

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

Introduire des légumineuses dans la rotation  
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

# Quels sont les leviers bas-carbone d'amélioration du stockage ?

## STOCKAGE DE CARBONE

### La méthode Grandes Cultures

#### Augmenter la biomasse produite par les intercultures longues

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

#### Augmenter les restitutions des résidus cultures

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

#### Augmenter les apports organiques



Surfaces ou doses

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

#### Augmenter les surfaces semées en cultures intermédiaires ou dérobées

Augmenter les surfaces en intercultures longues  
Développer les intercultures courtes

### La méthode haies

Plantation de nouvelles haies

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

# Le label bas carbone : pour faire quoi ?

## LABEL BAS CARBONE

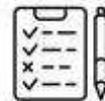
Cadre de Suivi, de Notification et de Vérification des projets volontaires de réduction d'émissions de GES (évités ou séquestrés) sur le territoire français porté par la DGEC



- **Labelliser des projets agricoles** ou forestiers de réductions d'émissions de gaz à effet de serre ou de séquestration carbone



- Certifier **une dynamique de changement**
- (≠ labels de certification de filière ou d'exploitation)



- **Comptabiliser et certifier** sur la base de méthode approuvées des Réductions d'Emissions ou Crédits Carbone sur des projets d'une durée de 5 ans



- **Se faire rémunérer** sur la base des Crédits Carbone générés par un acteur qui veut contribuer à la transition bas-carbone de l'agriculture

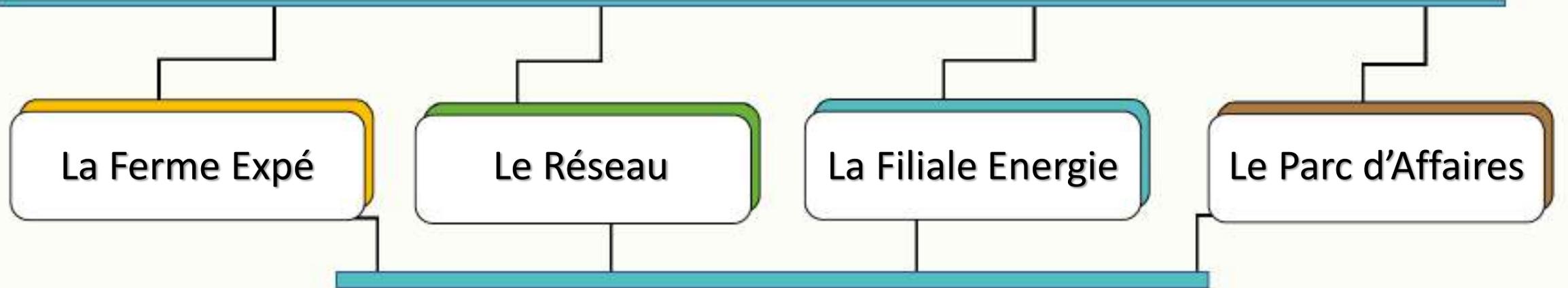
# CARBONTHINK C'EST QUOI

Carbone Tour  
28 novembre 2022



# TERRASOLIS

## PÔLE D'INNOVATION DE L'AGRICULTURE BAS-CARBONE



**Accompagner la transition bas-Carbone  
de l'agriculture et des territoires**

## ÉVALUER ET FINANCER LA PERFORMANCE C DE NOS FERMES



- Faire la démonstration (POC) du financement de 100 à 200 fermes en Grand Est pour leur performance Carbone au travers le déploiement d'un nouveau modèle économique

- 5 partenaires
- 36 mois de travail (2020-2022)
- En mode POC « open-source »



### « UNE AVENTURE COLLECTIVE »

- Périmètre

- Principales productions - Grandes cultures  
+ Elevage + Viticulture
- Bilan Carbone complet - Emissions brutes + Stockage sol  
+ Substitution biomasse
- Valorisation des pratiques à venir (progrès) et en cours (performance)



# Pour embarquer vers le bas-Carbone, il vous faut :

- **EVAL** = Une méthode, un outil de calcul et un cadre de certification
  - Déjà : Elevage bovin, Grandes cultures, Haie, Vergers...
  - A venir : Viticulture, Autres élevages, Agroforesterie, Métha...
- Des références pour mieux comprendre et situer sa ferme
  - Analyse technique de 100 diagnostics C + Test d'outils de diagnostic
  - Evaluation des coûts des pratiques et d'accompagnement
- **FIN** = Un modèle de rémunération
  - Crédit Carbone → via des mandataires (labellisation) et intermédiaires (vente)
  - Prime Filière → via des agro-industriels
  - Autres sources de financements : subvention, fiscalité, mécénat...
- **ORGA** = un conseiller (diag financé), un porteur de projet collectif, une animation régionale...
- Un enjeu partagé : lutter contre le changement climatique

LABEL BAS  
CARBONE

✓ Evaluation

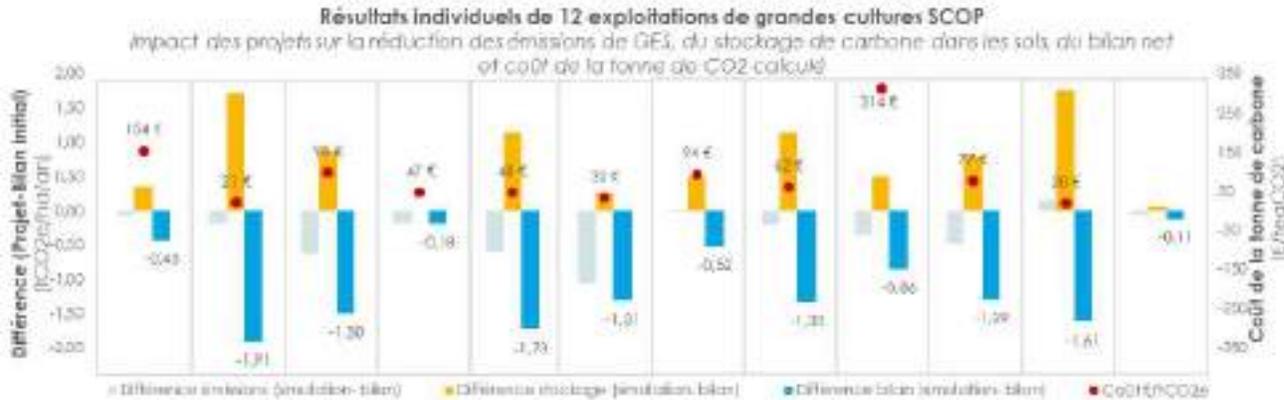
✓ Financement

# Une ferme bas-Carbone c'est quoi en grandes cultures ?

- Une ferme qui améliore son **autonomie en azote** (exogène : minéral et organique)
  - Une ferme qui stocke du **carbone dans le sol**
  - Une ferme qui substitue du carbone fossile avec du **carbone biosourcé** (biomatériaux, bioénergies...)
- Une équation LBC complexe
    - Emissions brutes GES = f [ Fertilisation azotée & Fioul ] « réduire la dose et/ou réduire les pertes »
    - Stockage C Sol = f [ Résidus de (inter)cultures & Amendements organiques ] – Minéralisation Sol [ Météo & Sol ]
  - Des pratiques à impact Carbone
    - Gestion de la fertilisation azotée : dose, produit, application
    - Cultures à faible besoin en azote
    - Consommation d'énergie fossile : machinisme, irrigation, séchage
    - Gestion des intercultures (surfaces et rendements), des résidus de culture, des amendements organiques
    - Implantation/gestion de haie, agroforesterie...

Scénario  
de référence

# Quelques réflexions techniques

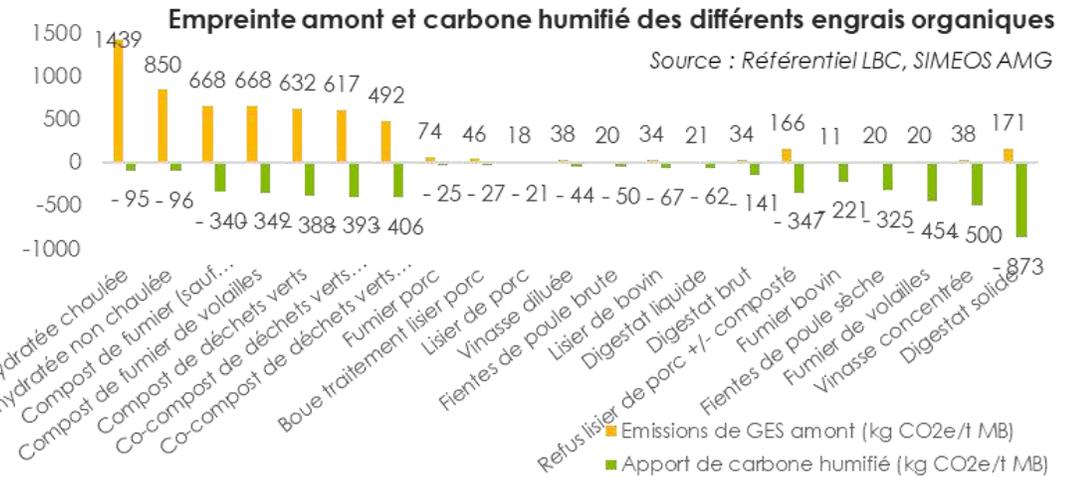


- 1 - Le diagnostic Carbone comme prérequis pour mesurer la rentabilité C d'une ferme

Bilan initial = 3,3 d'émissions brutes + 0,1 de déstockage

- Potentiel de gain = 0,7 CC/ha/an
- Coût des pratiques = 50 €/ha/an

- 2 - Le poids considérable de l'azote dans le bilan C d'une ferme de grandes cultures



- 3 - Emissions et stockage parfois antagonistes. Ex : Pois vs Colza OU Soja vs Maïs ...

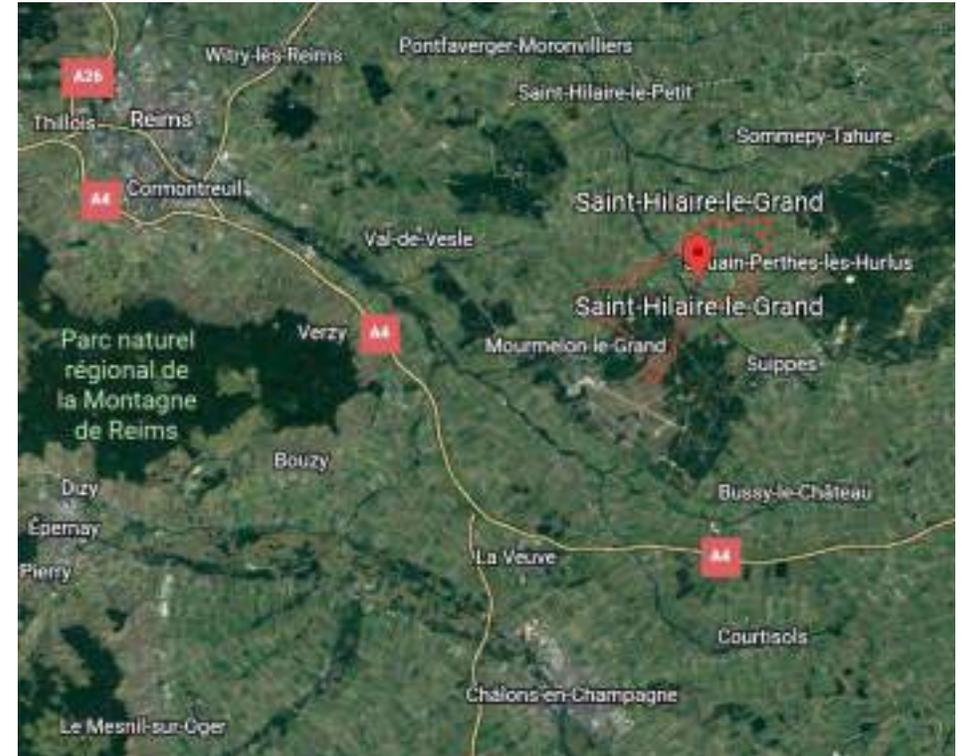
# TÉMOIGNAGE DE M. ARNAUD GANGAND

Carbone Tour  
28 novembre 2022

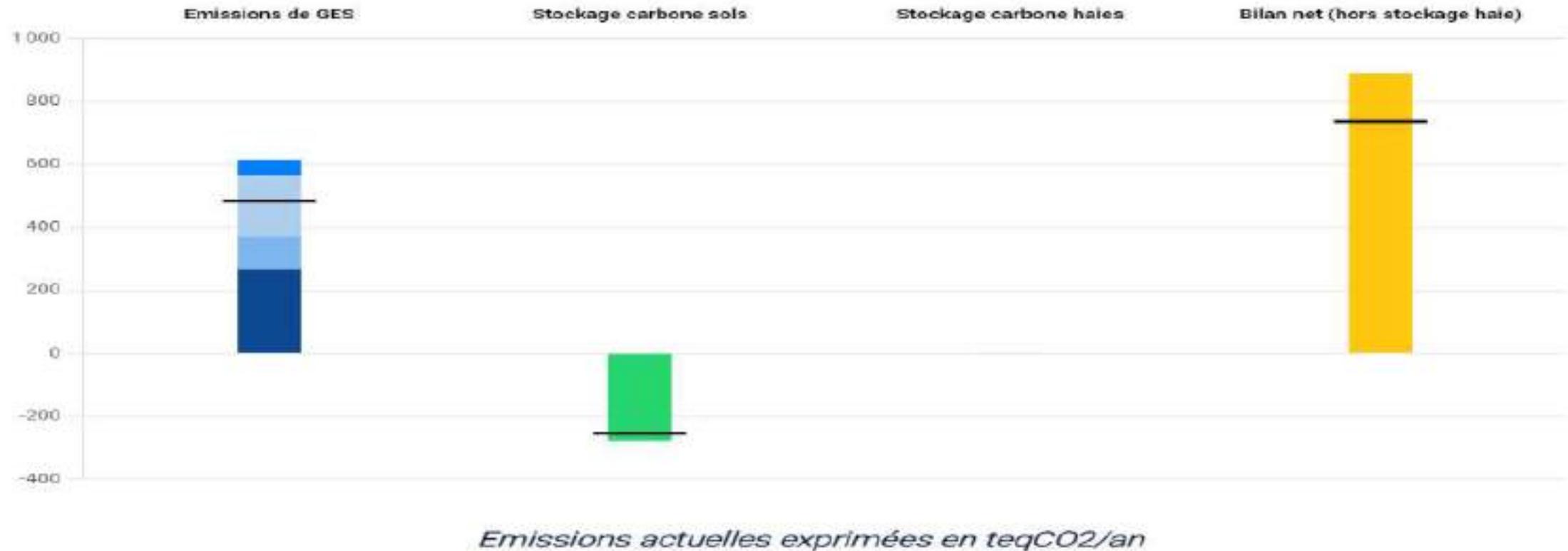


# Témoignage d'un agriculteur : M. Arnaud GANGAND

- Localisation de l'exploitation : St HILAIRE LE GRAND (51)
- Surface : 150 ha
- Atelier : grandes cultures et vignes
- Type de sol : Crayeux
- Assolement : SCOP / betterave / luzerne / PdT / œillette



# Le diagnostic carbone de l'exploitation



**Emissions : 614 teqCO<sub>2</sub>/an**

**Stockage : -276 teqCO<sub>2</sub>/an**

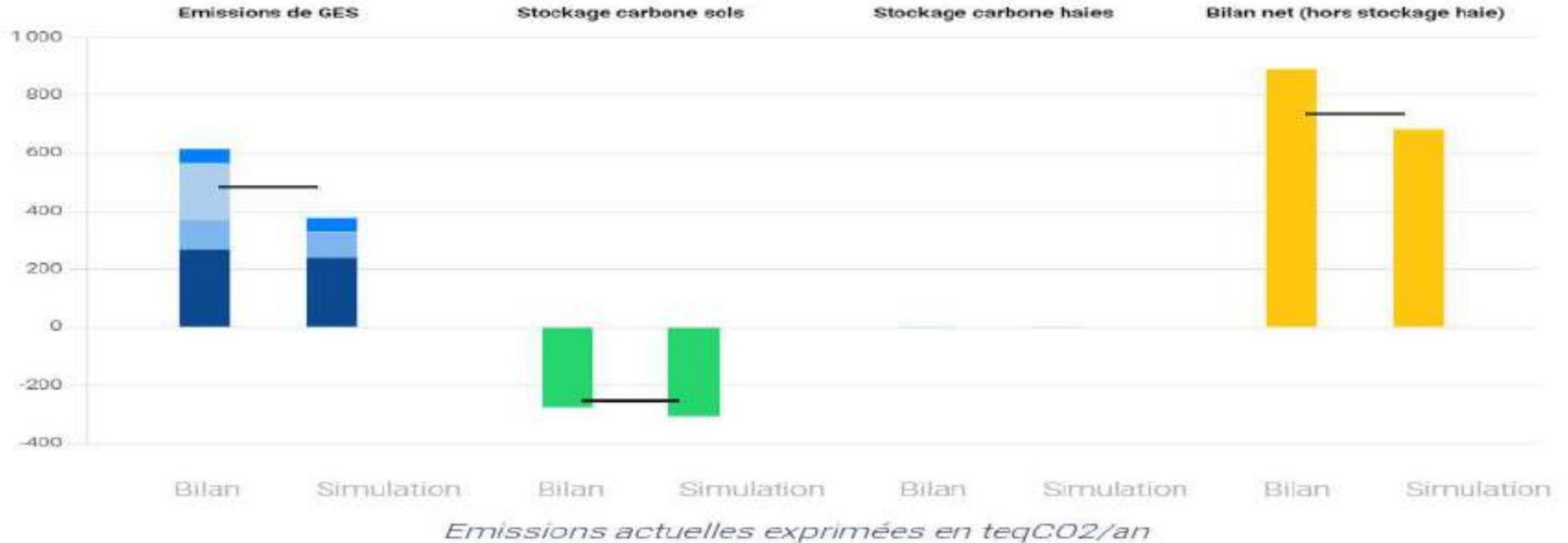
**Bilan net : 890 teqCO<sub>2</sub>/an**

---

## Les mesures bas carbone simulées

- Mesure n° 1 : augmenter la part de luzerne et de pois d'hiver dans l'assolement.
- Mesure n° 2 : substitution des apports de solution azotée par de l'ammonitrate sur blé d'hiver, orge de printemps et colza d'hiver.
- Mesure n°3 : réduction du travail du sol et amélioration de la productivité des couverts.
- Mesure n°4 : augmentation des surfaces en interculture
- Mesure n°5 : changement de forme des engrais organiques

# Pour quels résultats ?



**Emissions : 377 teqCO<sup>2</sup>/an**  
**# = -237 teqCO<sup>2</sup>/an**

**Stockage : -305 teqCO<sup>2</sup>/an**  
**# = +29 teqCO<sup>2</sup>/an**

**Bilan net : 682 teqCO<sup>2</sup>/an**  
**# = -208 teqCO<sup>2</sup>/an**

## Quel est le coût de mise en place de ces mesures ?

Mesures	Coûts en €
Introduction de cultures à faible besoin azoté (14,5 ha)	-1801
Substitution de l'N liquide par de l'ammonitrate	207
Implantation d'interculture (10 ha)	-607
TOTAL DES COUTS	2 214

Soit un coût de 11 €/teqCO<sup>2</sup> évitée vs un prix de vente estimé de 35 €/teqCO<sup>2</sup>

# Synthèse des exploitations de grandes cultures grand-Est



## Carte d'identité de l'échantillon

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

- Types de sol majoritaires :

1. cranette (35%) :

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

2. limon argileux (19%) :

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

*Valeurs moyennes des composants du sol*

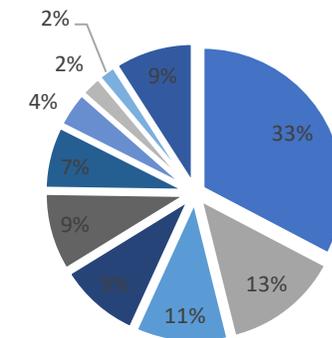
## Pratiques agricoles

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

88 exploitations



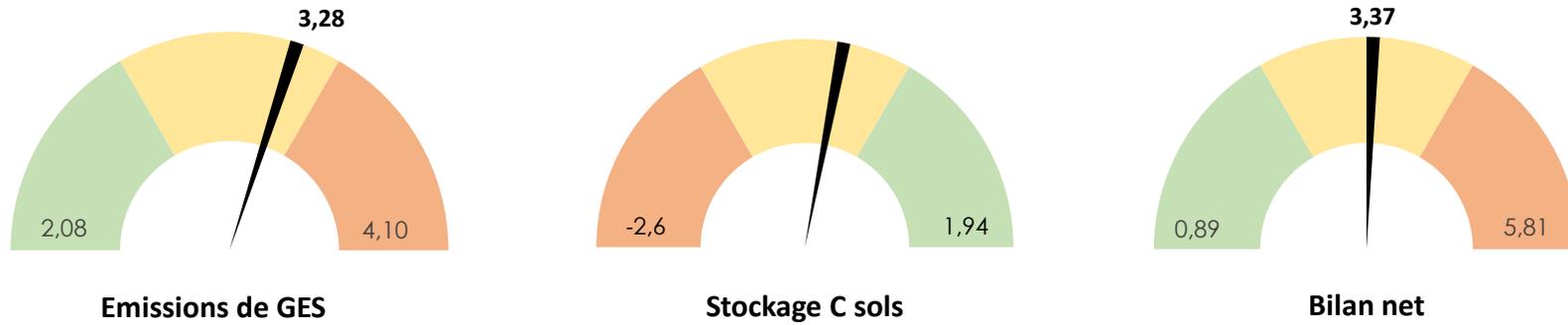
## Assolement moyen



- Blé hiver
- Orge printemps
- Maïs grain
- Betterave sucrière
- Colza hiver
- Orge hiver
- Luzerne
- Tournesol
- Maïs fourrage
- Autres cultures

# Synthèse des exploitations du grand-Est

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



Les valeurs min et max indiquées sur les graphiques en jauges correspondent aux 1<sup>er</sup> et 9<sup>ème</sup> déciles,

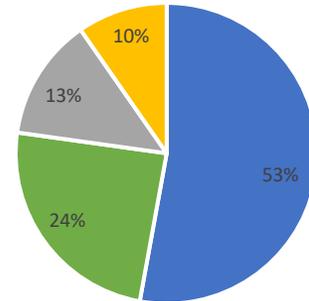
La moyenne des émissions de GES de l'ensemble des exploitations est de 3,28  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$  [1,79 à 8,07].

La valeur moyenne du stockage de carbone dans les sols indique un léger déstockage de -0,08  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$  soit 80  $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{an}$ , cependant cette moyenne couvre une forte variabilité de situations [-4,31 à 10,06] liée aux caractéristiques des sols (teneurs en argile, calcaire, teneur en C org initiale), des systèmes de culture et les pratiques culturales mises en œuvre. En effet, plus de la moitié des exploitations (53%) stockent du carbone et 47% déstockent.

La moyenne du bilan net (émissions – stockage de carbone dans les sols) est de 3,37  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{an}$ .

## Profil des émissions de GES

- N<sub>2</sub>O directes et indirectes
- Fabrication/transport engrais minéraux
- Fabrication/transport engrais organiques
- Emissions liées aux carburants



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 37 % des émissions.

# Synthèse des exploitations du grand-Est



## Projets de transition bas-carbone envisagés

Leviers mobilisés par



Réduction dose d'azote

22% des exploitations



Inhibiteurs de nitrification

16% des exploitations



Réduction de la volatilisation

**56% des exploitations**



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

**50% des exploitations**



Augmenter l'azote produit par les intercultures

22% des exploitations



Augmenter la biomasse des intercultures

**63% des exploitations**



Augmenter la surface des intercultures

44% des exploitations



Augmenter les apports organiques

16% des exploitations



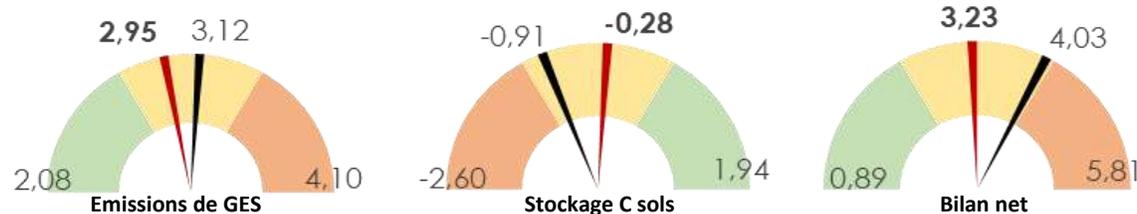
Augmenter la restitution des résidus de culture

25% des exploitations



Réduire la consommation de carburant

13% des exploitations



Bilan initial

— Bilan initial

Simulation

— Simulation



## Coût des projets et crédits carbone

Coût moyen estimé des projets* <small>24 exploitations</small>	<b>50,3 €/ha/an</b> [3,4 ; 236,4]
Crédits carbone potentiels (spécifique)	<b>0,66 crédits/ha/an</b>
Crédits carbone potentiels (générique) <small>8 exploitations [sur 16 avec un calcul générique]</small>	<b>0,21 crédits/ha/an</b>
Coût moyen du crédit carbone** <small>18 exploitations</small>	<b>87,1 €/teq CO2</b> [7,4 ; 314]

31 exploitations avec projet

# Synthèse des exploitations CDER

	Bilan initial	Après simulation
Emissions de N <sup>2</sup> O	1,55	1,57
Emissions amont minérales	0,72	0,68
Emissions amont organiques	0,98	1,36
Consommation énergétique	0,28	0,26
Stockage carbone	-0,04	0,92
<b>Bilan net (hors stockage haies)</b>	<b>3,58</b>	<b>2,95</b>

Soit une différence de 0,63 teqCO<sup>2</sup>/ha



# Fertilisation azotée et carbone

Cassandre Gaudnik, chambre agriculture de la Marne

Maeva Weens, Honorine Gabriel, Chambre régionale d'agriculture Grand Est

[marne.chambre-agriculture.fr](http://marne.chambre-agriculture.fr)  
[vignoble-champenois.chambres-agriculture.fr](http://vignoble-champenois.chambres-agriculture.fr)



**Carbone Tour - 28.11.2022**

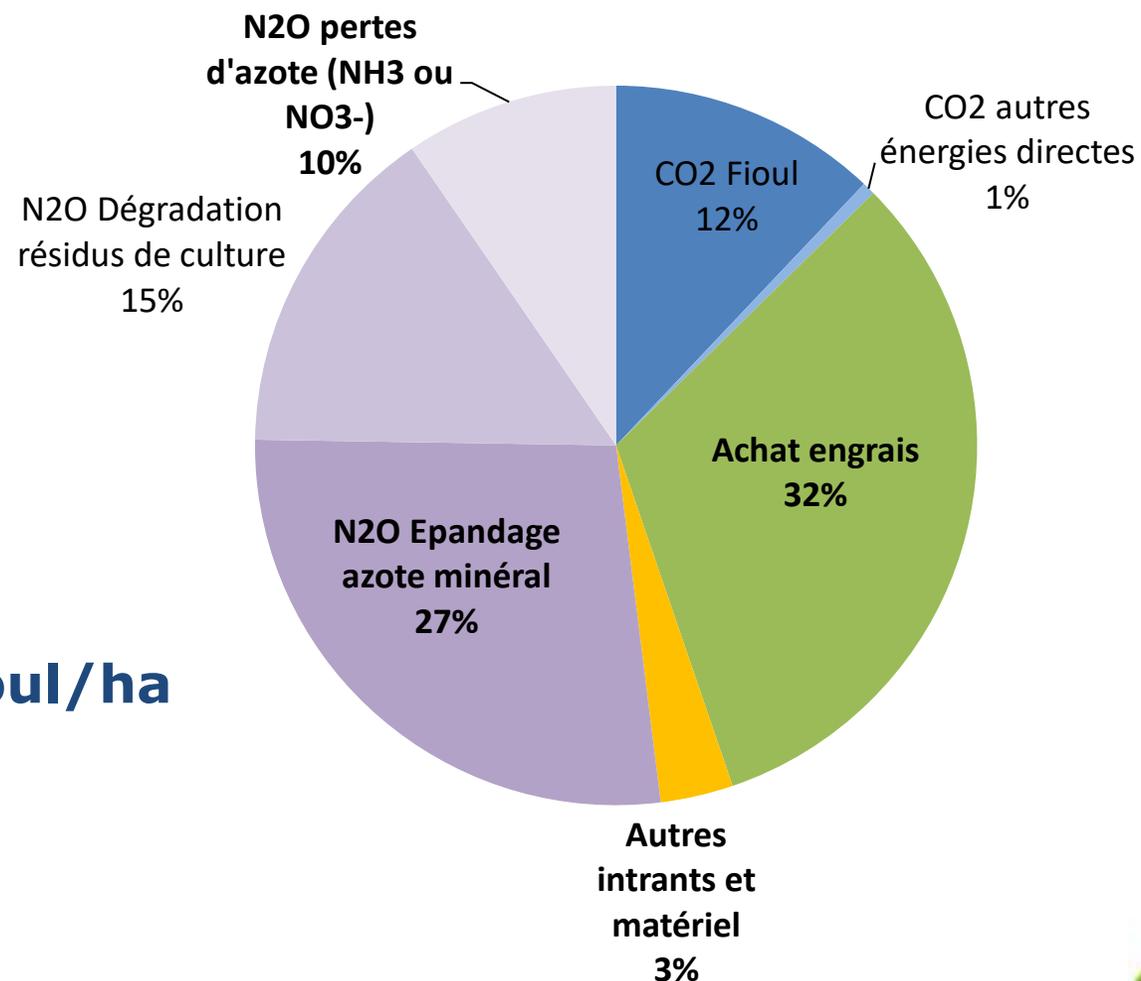


**AGRICULTURES  
& TERRITOIRES**  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
MARNE

# ➤ Emissions de GES en système céréalier

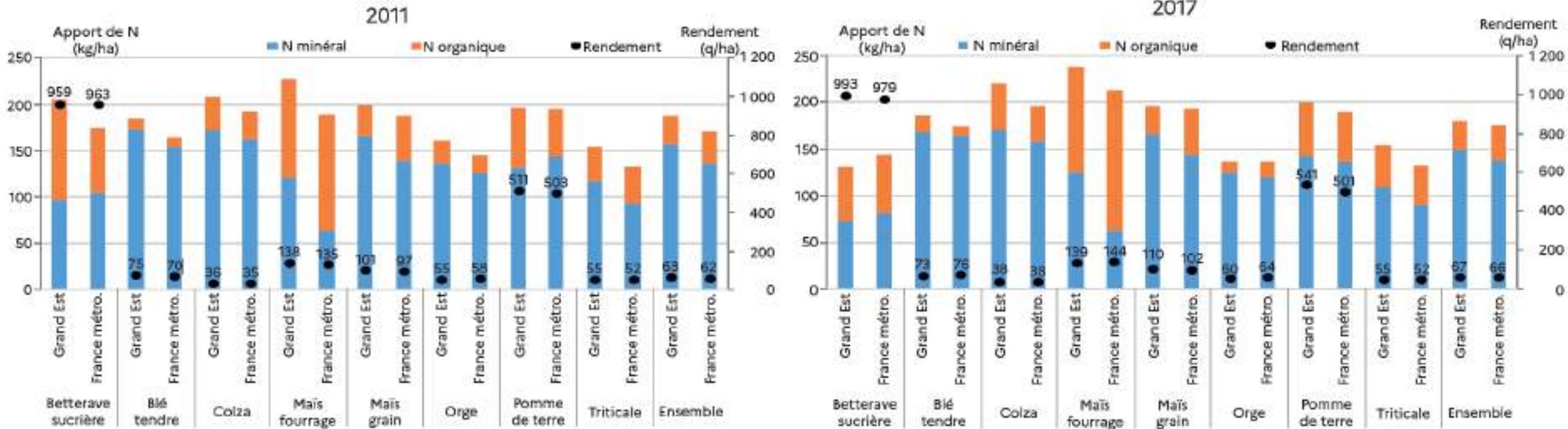
- Profil Céréales oléoprotéagineux
  - Cult. Indust./spéciales <10% de la SAU
  - Sans élevage et sans irrigation
- Environ 2,6 t  $\text{eqCO}_2$ /ha/an pour émissions directes et indirectes
- **1<sup>er</sup> Poste d'émissions de GES** : 70% dû aux engrais N (fabrication, épandage, pertes azotées)

→ Pour en moyenne **165 kg N/ha** et **80 L fioul/ha**



# ➤ Dose engrais N minéral

Apport d'azote (N) dans les grandes cultures du Grand Est



Source : Agreste, enquêtes PKGC 2011 et 2017

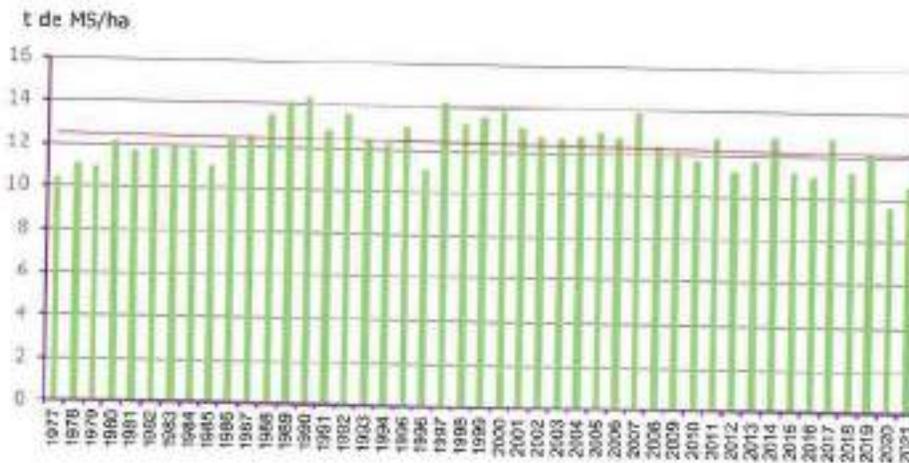
Note : Le rendement du maïs fourrage est mesuré en q/ha de matière sèche.

- Apport annuel d'azote sur grandes cultures de l'ordre de 180 kgN/ha en 2017
- Pas d'évolution significative d'apport N entre 2011 et 2017 sauf pour la betterave (205 à 132 kgN/ha)

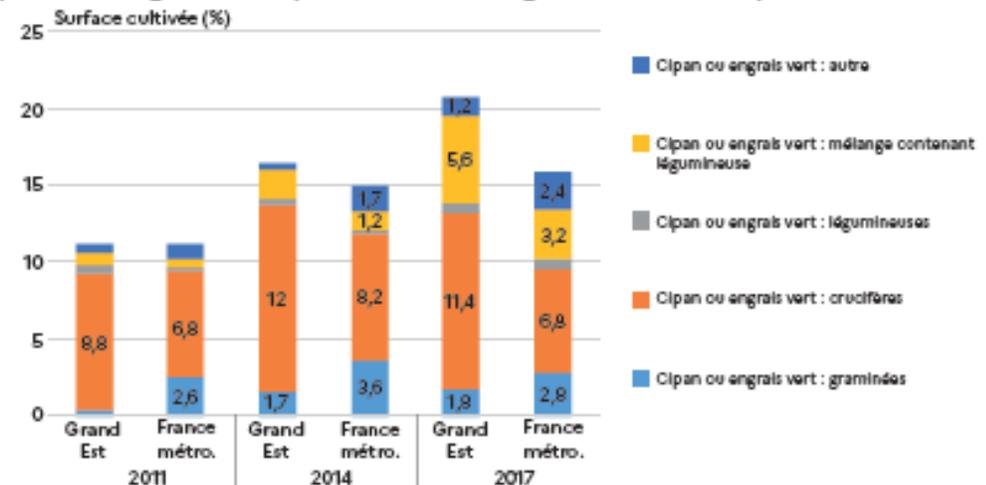
# Insertion de légumineuses

- Potentiel de développement réduit de la luzerne sur les 10 dernières années
- Baisse de surface des protéagineux
- Augmentation de légumineuses dans les couverts

GRAPHIQUE 4  
Rendements moyens annuels des luzernes  
de 1977 à 2020 en Champagne-Ardenne



Cipàn ou engrais vert précédant une grande culture, par famille



Champ des grandes cultures : blé tendre, orge, triticale, colza, pois protéagineux, maïs fourrage/grain, betterave, pomme de terre

Sources : Agreste, enquêtes PKGC 2011, PhytoGC 2014, PKGC 2017

# Améliorer son autonomie azotée

Zoom sur deux leviers évalués dans le cadre du  
PEI PARTAGE

(Programme Agronomique Régional pour la Transition Agro-écologique en  
Grand Est)



# Qu'est-ce qu'un apport d'azote efficace ?

## Qu'est-ce qu'un apport d'azote efficace ?

Un apport d'azote est efficace lorsque le Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU) de l'azote par la plante est élevé.

$$\text{CAU} = \frac{\text{N absorbé total} - \text{N absorbé T0}}{\text{N apporté total}}$$

Tallage : CAU = 40-50%

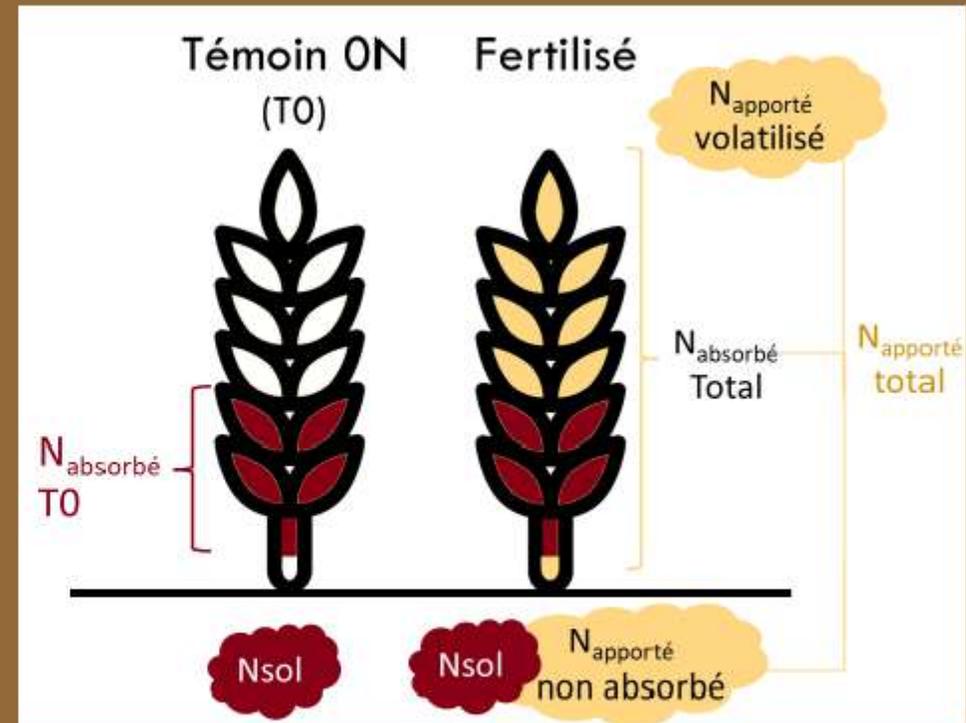
Epi 1 cm : CAU = 60-70%

DFE : CAU = 80%

Source : Arvalis

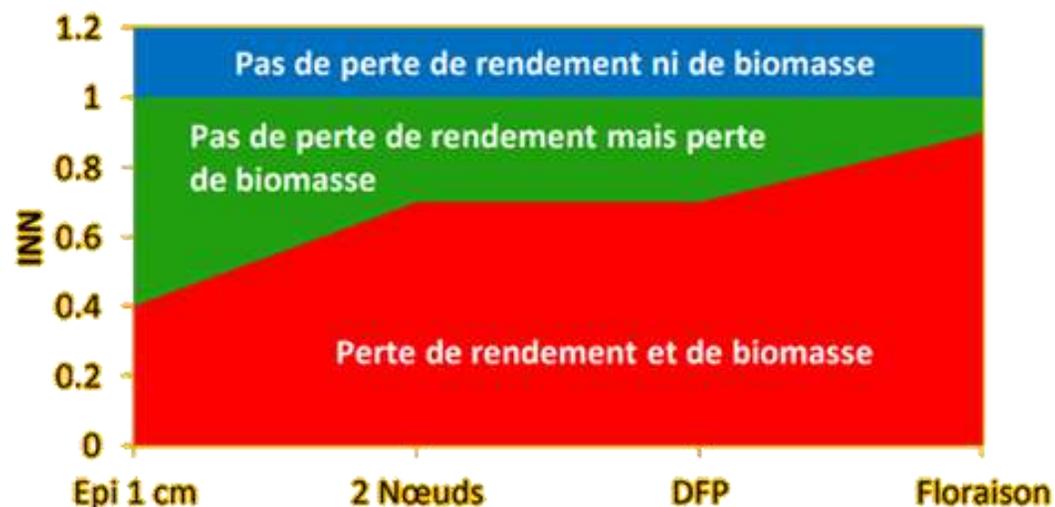
## L'efficacité d'un apport dépend de :

- La bonne adéquation dose apportée/besoins de la plante
- Des conditions météorologiques avant et après l'apport



# Principes de la méthode APPI-N

- Pas de RSH ni d'objectif de rendement → **Pas de calcul a priori de dose totale**
- **Maximiser le CAU** grâce à :
  - Un **décalage** des apports, permis par **l'acceptation d'une carence tolérable en début de cycle**, pilotée grâce à une **trajectoire seuil d'INN** à ne pas franchir



# Principes de la méthode APPI-N

## ■ Maximiser le CAU grâce à :

- Un déclenchement des apports uniquement lors de « **jours favorables** », c'est-à-dire **lorsque les conditions d'humidité du sol sont satisfaisantes** pour permettre la valorisation de l'azote (10 mm de pluie dans les 3 jours suivant apport ou sol humide)



Jour favorable =

Pas d'apport depuis 15  
jours

+

Cumul de pluie >10 mm  
dans les 3 jours

Ou surface sol très humide

# La démarche en résumé

## 1 Interroger la plante

à l'aide de la pince N-tester



Pince N'Tester®

## 2 Décider d'un apport ou non

En fonction de la date de mesure et de l'INN du blé  
À partir d'abaque de décision régionalisés

INN	15 - 28 fév.	1 - 15 mars	15 - 30 mars	...
< 0.6	0	60	60	
0.6 - 0.7	0	40	60	
0.7 - 0.8	0	0	40	
0.8 - 0.9	0	0	40	
0.9 - 1.0	0	0	0	
1.0 - 1.1	0	0	0	

OUI

Apporter la dose conseillée

NON

Revenir pincer dans 1 semaine

3

# Résultats sur 4 ans d'expé en Grand Est

75 essais en bande agriculteur menés entre 2019 et 2022

2019

- Abaques par stade

2020

- Abaques par date, BFC
- Etalon sur-fertilisé

2021

- 2 abaques par date Grand Est

2022

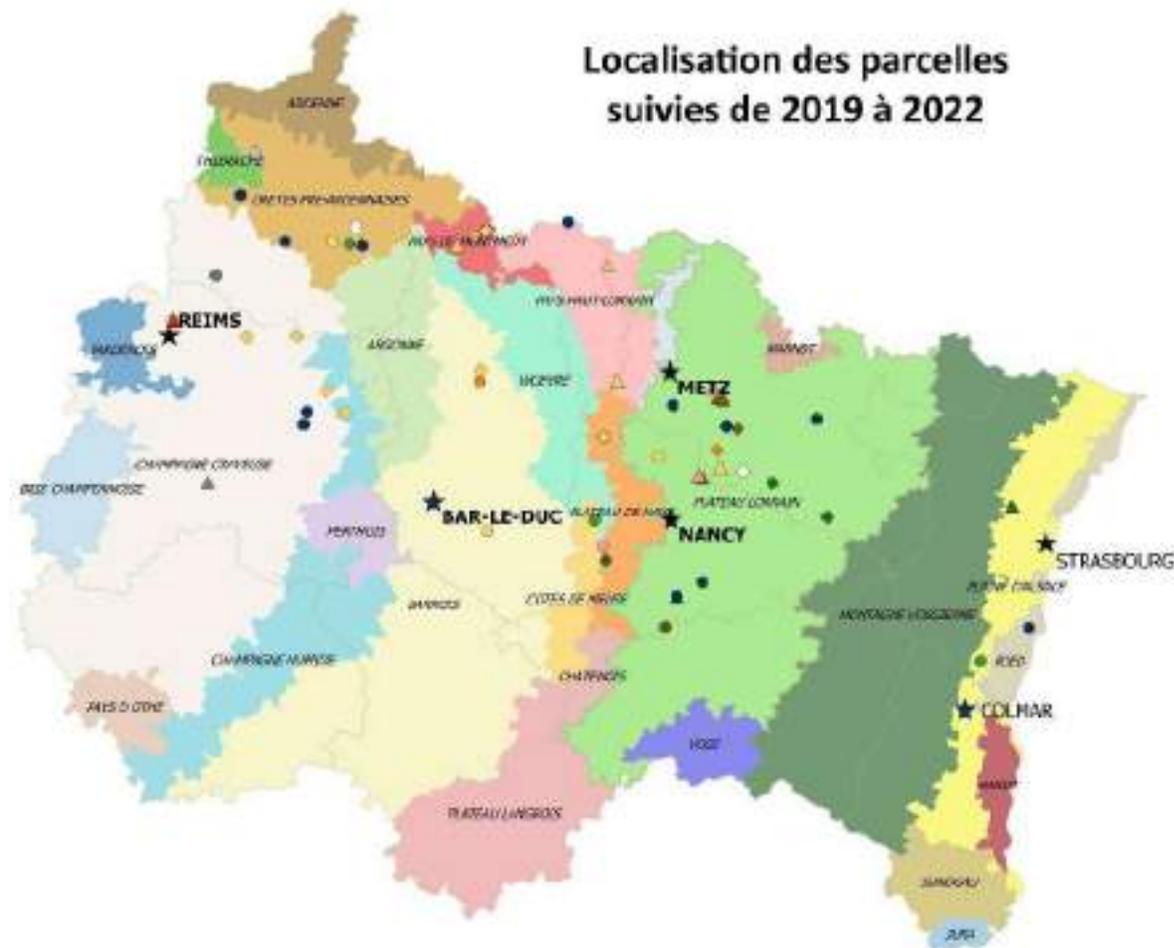
- Amélioration gestion carré sur-fertilisé

Légende

Précédent

- Avoine d'hiver
- Betterave
- Blé
- Colza
- Maïs
- Soja
- Tournesol
- Chanvre
- Pois

Localisation des parcelles suivies de 2019 à 2022



# Résultats sur 4 ans d'expé en Grand Est

## Synthèse globale des résultats

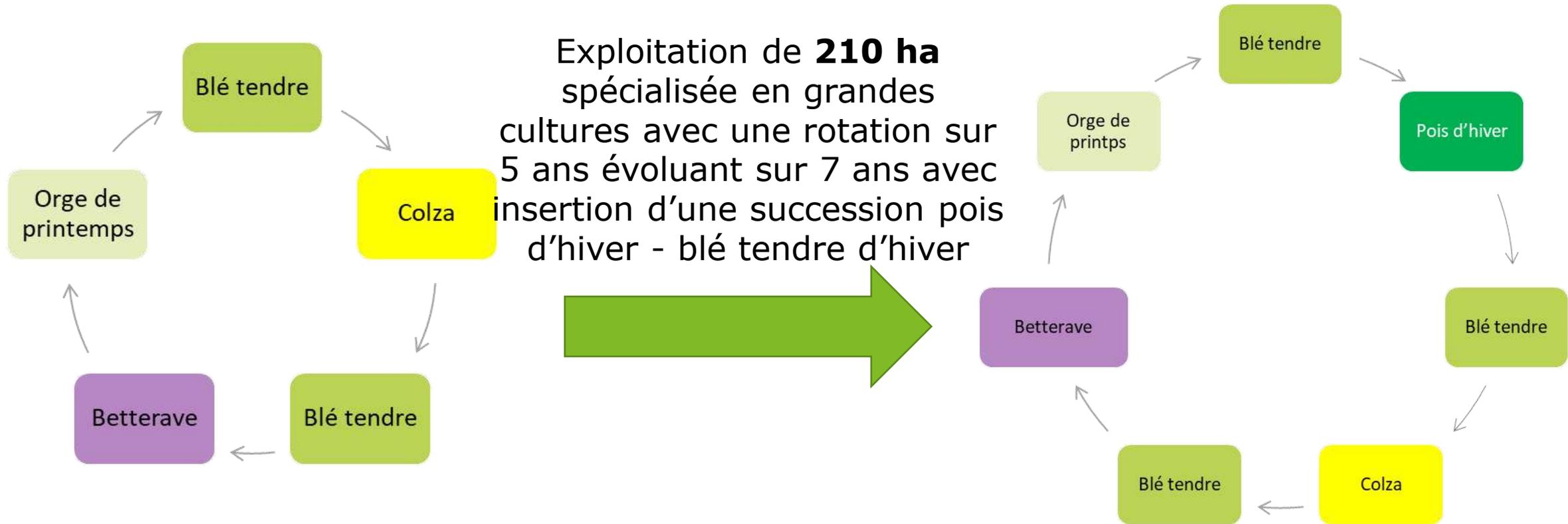
Type de résultats	Paramètre d'évaluation	Résultats en bandes agriculteur 2019-2022 (n=29)
<b>Stratégie de fertilisation</b>	Date du 1 <sup>er</sup> apport	<b>15 à 25 jours plus tard</b>
	Nombre total d'apports	Agriculteur : 13% 2 apports 80% 3 apports APPI-N : 38% 2 apports 55% 3 apports
	Dose totale	<b>Réduite</b> de 25 kg N/ha
<b>Performance économique</b>	Rendement à 15%	<b>Equivalent</b> : Ecart de + 0,7 q/ha
	Taux de protéine	<b>Equivalent</b> : Ecart de - 0,2 point
	Marge partielle	Ecart de + 41 €/ha
<b>Performance environnementale</b>	Pertes	<b>Réduites</b> de 23 kg N/ha (n=16)
	Emission de GES par hectare	<b>Réduites</b> de 284 kg CO <sub>2</sub> eq/ha

# Les bénéfices de l'insertion des légumineuses à graines dans les systèmes du Grand Est

*Travaux de Laurine Brillault, Marisol Campoverde, Vincent Lecomte, Anne-Sophie Perrin, Bastien Remurier et Anne Schneider*

# Insertion d'un pois d'hiver

## Exemple du cas-type champenois



Pois d'hiver	Blé de colza	Orge de Printemps	Blé d'orge	Orge d'hiver	Colza	Betterave
46 q/ha	93 q/ha	70 q/ha	92 q/ha	79 q/ha	32 q/ha	860 q/ha

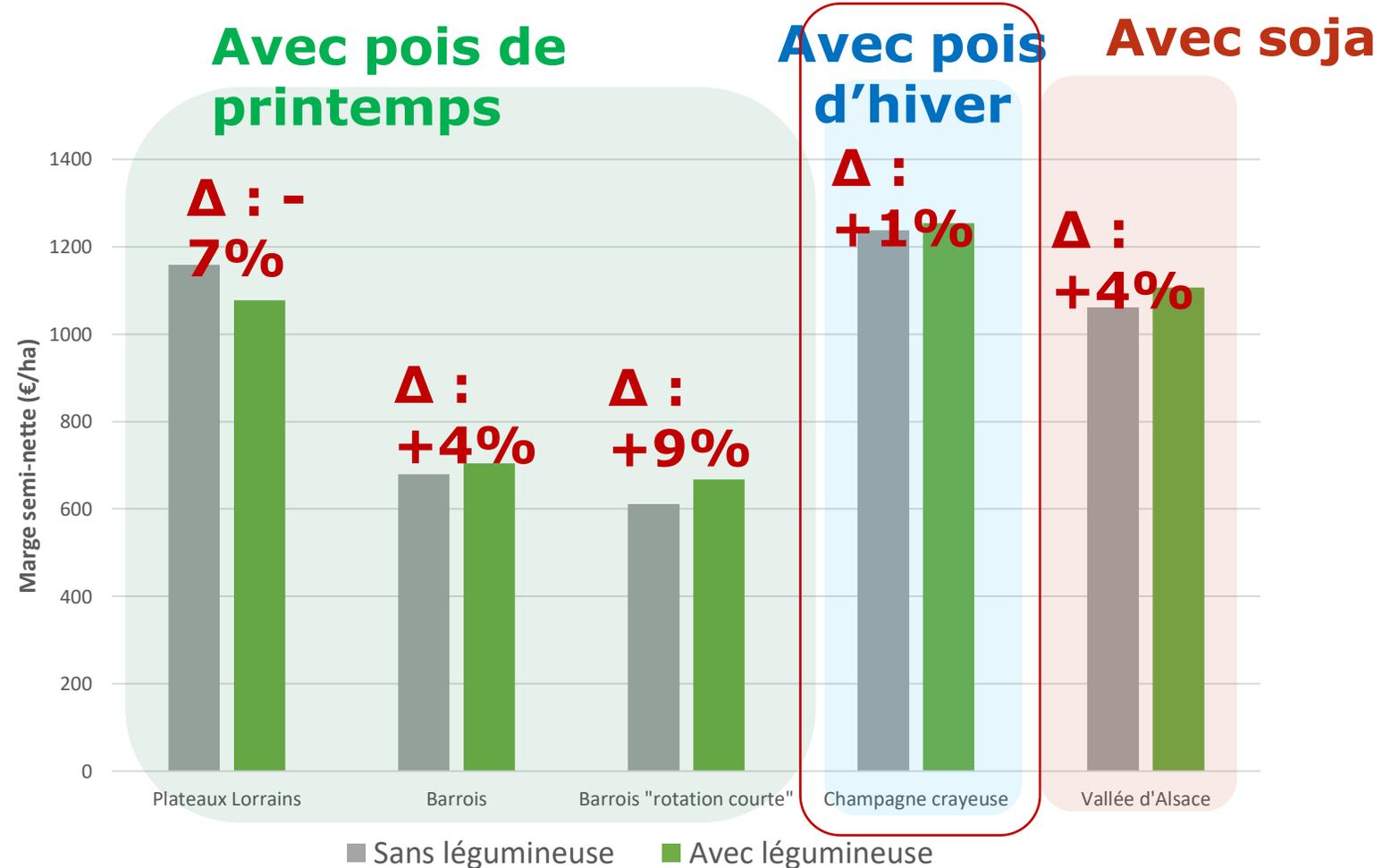
# Intérêt économique qui dépend de la situation

## Calcul de marges semi-nettes à l'échelle de la rotation sur 5 des cas types

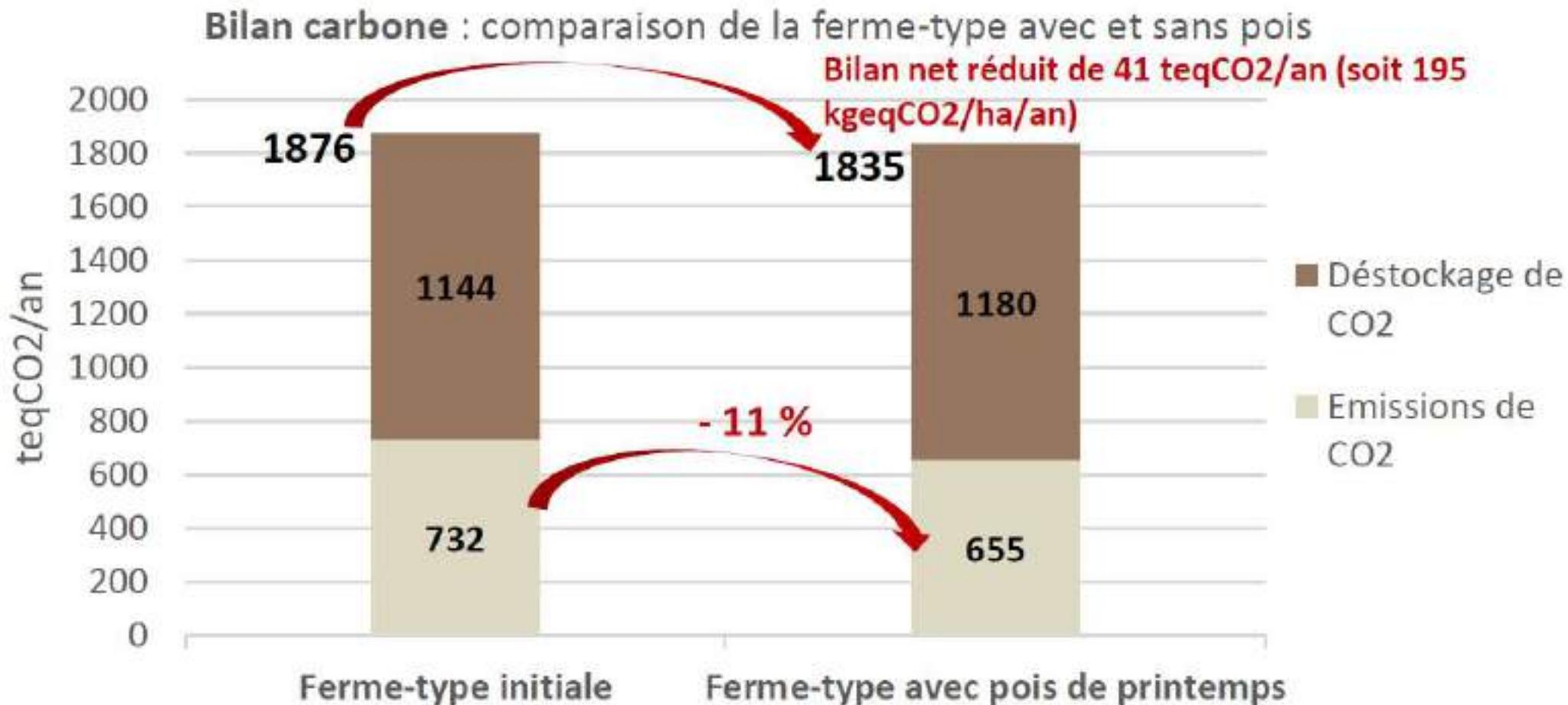
**Sources mobilisées:** données du CER France; enquêtes sur les pratiques culturales de Terres Inovia et du SSP (MAA); référentiel de Terres Inovia d'ITK conseillés et chiffrés

### Contexte de prix 2021-2023

Prix du pois : 340 €/t  
Prix du soja : 480 €/t  
Prix du blé : 265 €/t  
Prix du colza : 610 €/t



# Qu'en est-il du Carbone ?



# Vous souhaitez en savoir plus sur les « leviers azote » ?

Retrouvez **toutes les actualités techniques** du projet

Abonnez-vous à la **GAZOTE**  
la gazette de l'azote !

En scannant  
le **QR Code** ici



Ou en cliquant  
sur **le lien dans la description**



Suivez-nous !



Découvrez les ressources du projet par ici



<https://grandest.chambre-agriculture.fr/productions-agricoles/references-agronomiques/partage-boucler-le-cycle-de-lazote/>

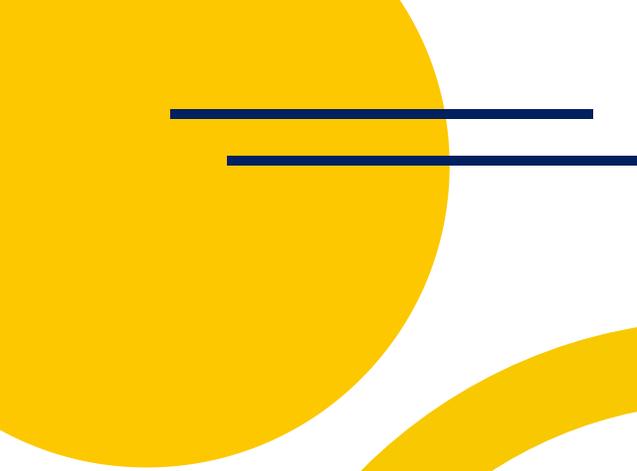
&

Visionnez les vidéos par là



Playlist Youtube  
« Autonomie azotée »  
Chambre d'agriculture Grand Est





cérèsia

# CARBONE TOUR COUVERTS D'INTERCULTURE

LE 28 NOVEMBRE 22

# INTERETS DES COUVERTS

## MULTIFONCTIONNALITE DES COUVERTS



# COUVERTS ET STOCKAGE DU CARBONE

Augmenter le stockage du carbone c'est augmenter la quantité de biomasse restituée au sol

1 t de MS du couvert : environ 400 kg eqCO<sub>2</sub>

## LES ENJEUX

- 1 Augmenter les surfaces avec des couverts :
  - Intercultures courtes (blé sur blé, blé de pois d'hiver)
- 2 Augmenter le développement des couverts :
  - Les espèces et variétés
  - Allongement de la durée de présence
  - Date de semis / semis avant moisson
  - Sécuriser l'implantation
  - La date de destruction
- 3 Intégrer des légumineuses dans les mélanges
  - Ne pas pénaliser la culture suivante
  - Réduire la fertilisation sur la culture suivante

**Le couvert : une culture  
comme une autre**

# COUVERTS ET STOCKAGE DU CARBONE

Stocker du carbone implique de stocker de l'azote

- Rapport C/N du sol = 10

↳ 1 000 kg de carbone stockés => 100 kg d'azote mobilisés

Si ces besoins supplémentaires ne sont pas comblés, risque de faim d'azote pour les cultures suivantes

Engrais minéraux responsables d'émission de GES  
Augmenter les quantités apportées n'est donc pas une solution !

Apports minéraux ou organiques

Légumineuses

↳ Introduction de légumineuses dans les rotations  
↳ Développement des légumineuses dans les couverts

Adaptation des espèces et des variétés

# COUVERTS ET STOCKAGE DU CARBONE

## CRITERES DE CHOIX DES ESPECES

- Cultures précédentes et suivantes
- Cultures présentes dans la rotation
- Objectifs donnés
- Disponibilité en azote
- Date et mode de semis
  - Précocité
  - Taille des graines

**Pour être pleinement bénéfiques, les couverts doivent répondre aux enjeux de la parcelle et non créer ou amplifier des problèmes techniques.**

# LES CRUCIFERES

## CRITERES DE CHOIX DES CRUCIFERES

- **L'effet anti-nématode (AN) :**
  - Moutarde blanche : selon la variété
  - Radis fourrager : selon la variété
  - Moutarde brune : non (mais effet biofumigation)
  - Moutarde d'Abyssinie : non (mais effet biofumigation)

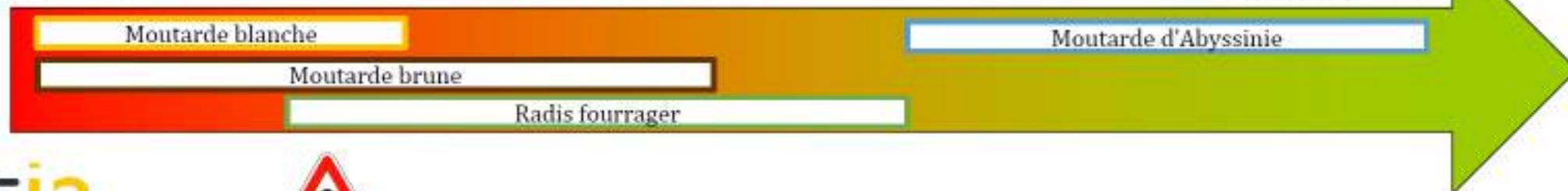
- **Vitesse de couverture :**

Moutarde blanche > Moutarde brune > Moutarde d'Abyssinie = Radis

- **La précocité à floraison et date de semis :**

Précoce à floraison

Tardif à floraison

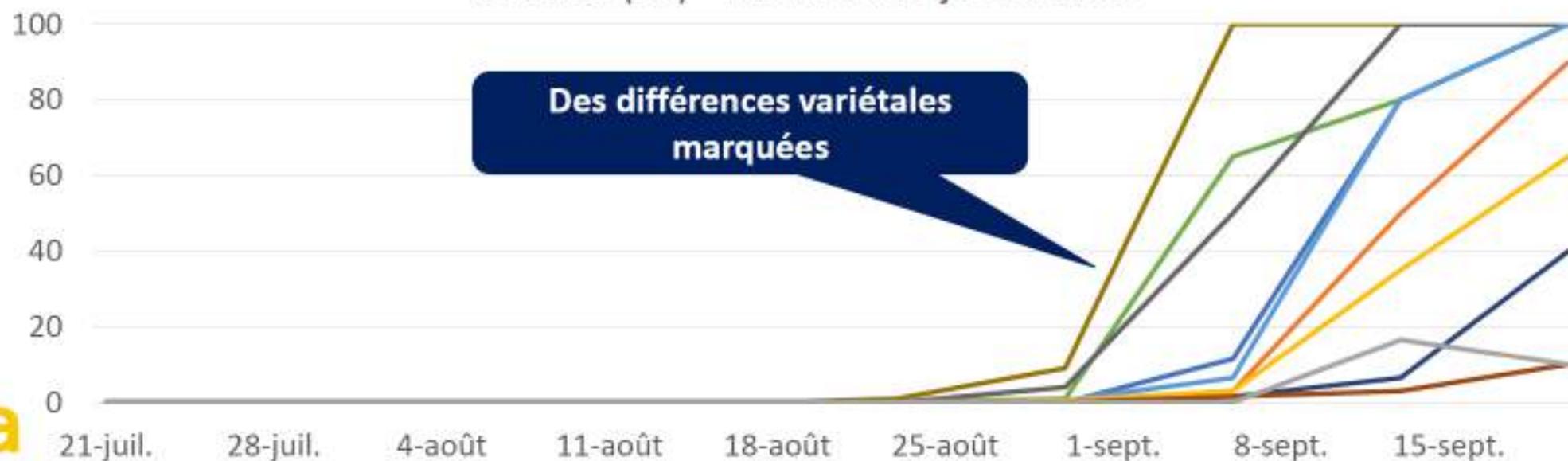


# LES CRUCIFERES

## MOUTARDES BLANCHES

- Production de biomasse pour effet CIPAN
- Ne pas avoir de floraison
  - Augmentation du rapport C/N => décalage de libération d'azote dans le temps
  - Règlementation NNI (pas de floraison si NNI utilisé en 2021)

- Bezalles (77) – semis au 23 juillet 2021 -



# LES CRUCIFERES

## RADIS FOURRAGERS

### Objectifs recherchés

- Production de biomasse
- Restructuration
- Facilité de destruction
  - Taille du pivot
  - Sensibilité au gel



	Diamètre de collet (cm)	Longueur de pivot (cm)	Biomasse aérienne (T MS/ha)	Sensibilité gel	
				-5 / -7 °C	-10 / -12 °C
X	1,9	25,9	1,69	2	8
X	0,9	21,9	-	3	9,5
X	1,6	21,4	1,12	1	6,5
X	1,0	23,1	2,37	3	8,25
X	1,6	23,1	1,43	2	7,5
X	1,7	19,4	1,96	1,5	7
X	1,3	21,3	1,80	2	5
X	1,7	20,0	1,46	1,5	4,5
X	1,8	24,2	2,02	1	6
X	1,6	20,5	1,35	2	4,5
X	2,1	24,1	0,70	2	6
X	1,9	24,3	2,01	1	8
X	2,2	24,1	1,19	2	9,75

# LES LEGUMINEUSES

## CRITERES DE CHOIX DES LEGUMINEUSES

- Effet sur les parasites (nématodes, aphanomyces)
- Production de biomasse
- Rusticité (aptitude à se développer en conditions limitantes)
- Sensibilité au gel

	Vesce			Trèfle				Pois fourrager	Féverole	Fenugrec	Lentille	Gesse
	Commune	Velue	Pourpre	Alexandrie	Violet	Blanc	Incarnat					
Facilité d'implantation	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green							
Vitesse de croissance	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Yellow	Red	Light Green	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Light Green
Sensibilité gel	Red	Red	-7°	-7°	Non gélif	Non gélif	Non gélif	-4°	Light Green	-5	-7°	Light Green
Production de biomasse	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Yellow	Red	Light Green	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Light Green

# LES LEGUMINEUSES

## LES VESCES

### Objectifs recherchés

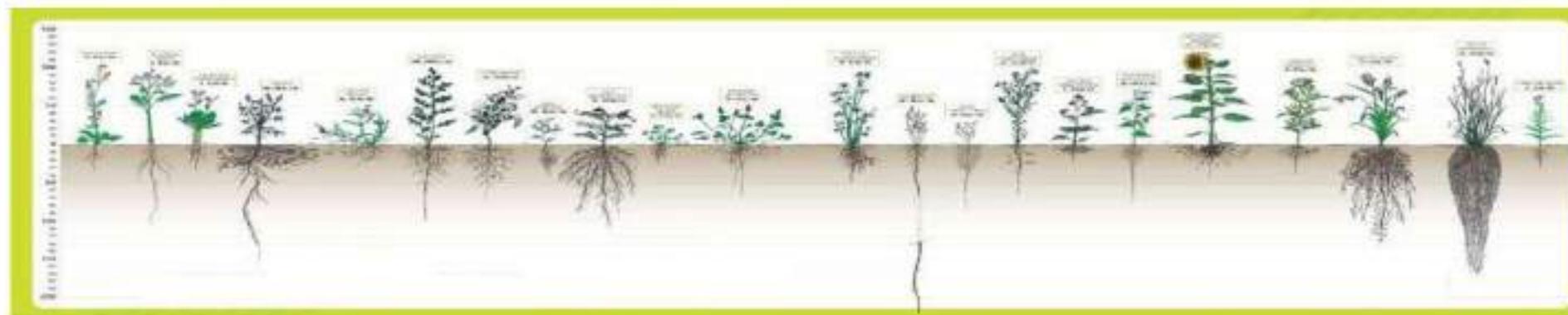
- Production de biomasse
- Couverture
- Sensibilité aphanomyces (selon les variétés)
- Sensibilité au gel

		Biomasse aérienne (T MS/ha)	Azote piégée (U/ha)	Sensibilité au gel	
				-5/-7°C	-10/-12 °C
Vesce commune	X	1,81	72	3	9,75
	X	2,38	95	7	10
	X	1,95	78	3,5	10
	X	1,97	79	7,5	10
	X	2,43	97	6,75	10
	X	2,19	88	3,5	10
V. érigée	X	1,16	46	4,5	10
Vesce pourpre	X	2,30	81	9,75	10
	X	2,55	89	10	10
	X	2,78	97	7,5	10
	X	1,66	58	5	9,75
Vesce velue	X	3,56	142	7	10
	X	2,34	94	5	9
	X	3,25	130	0,5	1,5
	X	2,38	96	1	2,5

# LES MELANGES

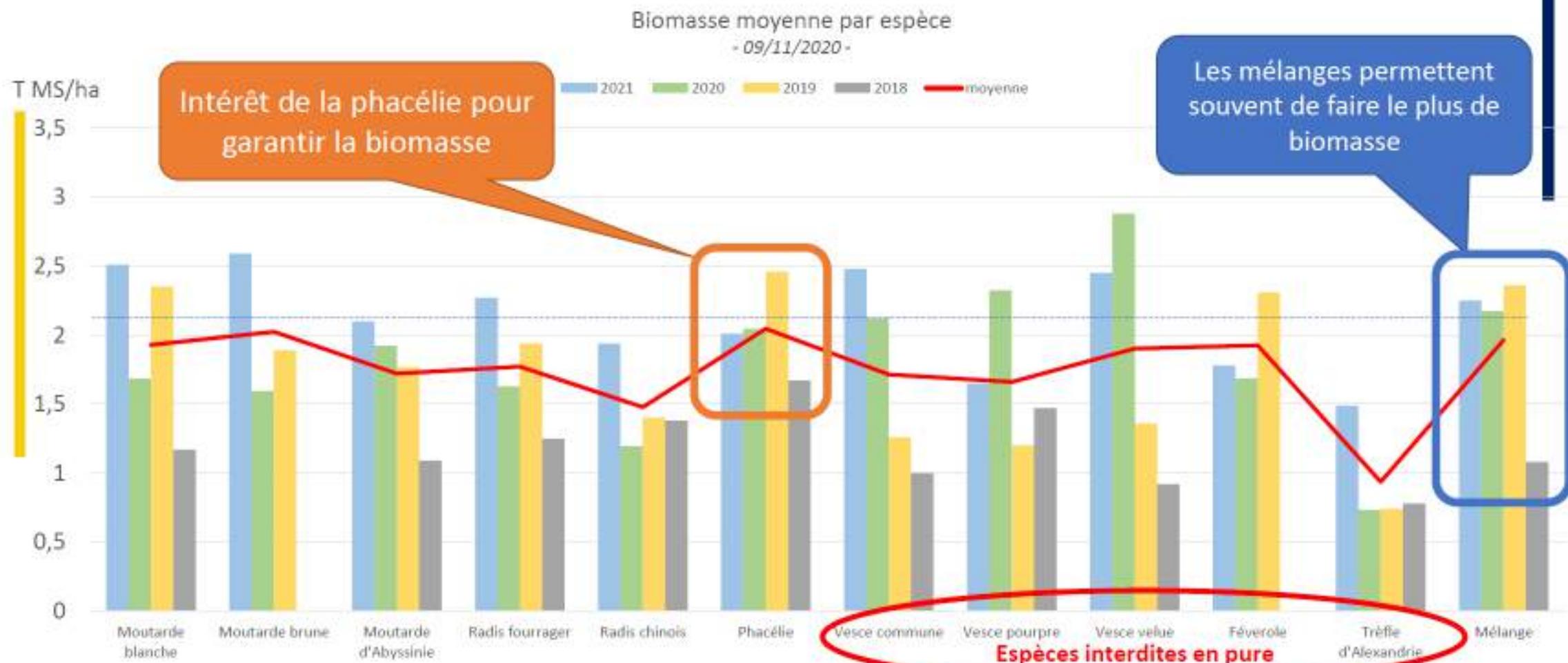
## POURQUOI FAIRE DES MELANGES ?

- Sécurité de levée et la production de biomasse
- Introduction de légumineuses en intercultures
- Parer les hétérogénéités des parcelles (types de sol, dispo en azote...)
- Biodiversité (SIE)
- Complémentarité entre espèces
  - Diversité alimentaire pour la vie du sol
  - Aérienne
  - Racinaire



# INTERETS DES MELANGES

## REGULARITE ET PRODUCTION DE BIOMASSE



# COUVERTS ET STOCKAGE DU CARBONE

## LES COUVERTS AVEC LEGUMINEUSES

### ✓ Effet des couverts sur les doses conseillées en betterave (source LDAR)

- Simulation Azofert réalisée sur une parcelle de betterave (LMP, région Laon, Rdt CI = 2.5t, destruction au 25/11, RSH = 37 kg N/ha)

	Pas de CI (interdit ou presque)	Moutarde	Crucifères (75%) Légumineuses (25%)	Crucifères (50%) Légumineuses (50%)	Graminées (50%) Légumineuses (50%)	Légumineuse pure (interdit ou presque)
Effet CI	0	24	28	37	32	46
Dose conseillée	80	58	53	44	49	34

Un enjeu de 14 unités

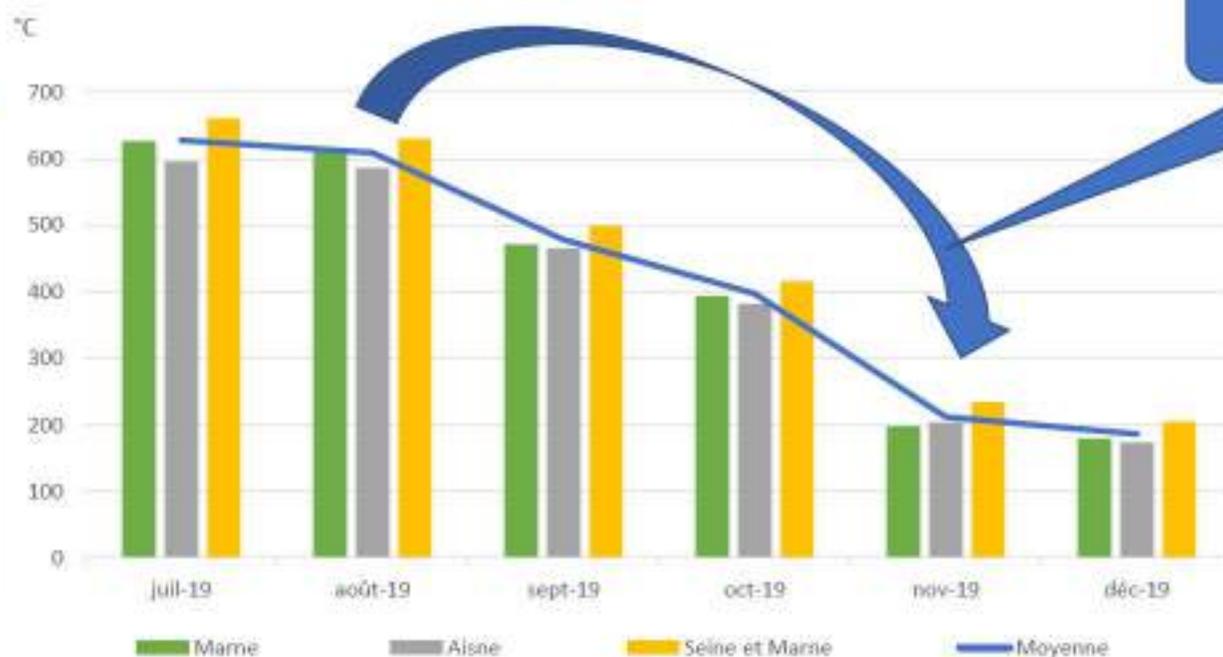
ENJEU

12 kg eqCO<sub>2</sub> par  
kgN évité

# COUVERTS ET STOCKAGE DU CARBONE

## ALLONGER LA PERIODE DE PRESENCE

Somme de température  
Base 0 / juillet - décembre 2021

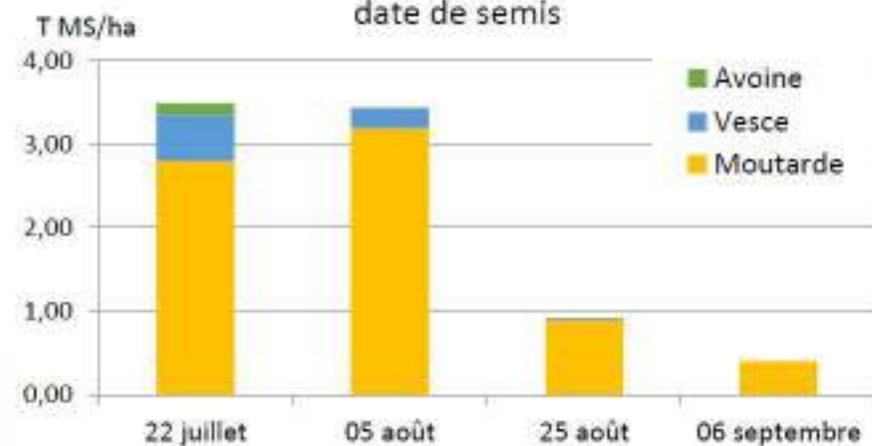


Somme de température divisée  
par 3 entre août et  
novembre/décembre

Durée du jours  
14h30 en août contre  
8h50 en novembre

1 semaine d'août = 1 mois de novembre

Production de biomasse en fonction de la  
date de semis



Source : data.gouv.fr

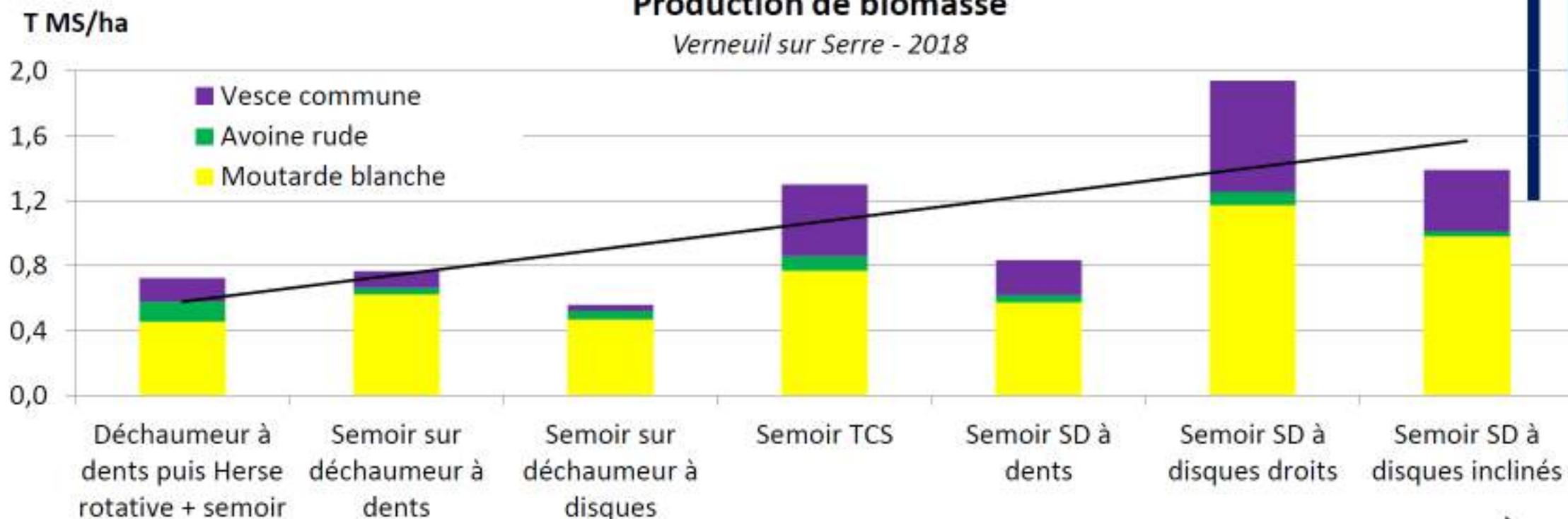
Source : essai cérèsia 2016

# COUVERTS ET STOCKAGE DU CARBONE

## SECURISER L'IMPLANTATION

### Production de biomasse

Verneuil sur Serre - 2018



Important

Volume de terre déplacé au semis

Faible

cérèsia

Plus le volume de terre déplacé lors du semis est faible, plus la biomasse produite est importante.

# COUVERTS ET STOCKAGE DU CARBONE

## SEMIS A LA VOLEE AVANT MOISSON

Test 2021



### RADISCOMPLET MAS (Alpha-semence)

Mélange de graines agglomérées  
65% de semence + 35% d'enrobage



Graine de  
phacélie

Graine de vesce  
velue

Agents d'enrobage  
et de nutrition

Graine de  
radis



Densité comprise entre 0,85 et 0,9

**Caractéristiques d'épandage  
proches de l'ammonitrate.**

cérèsia

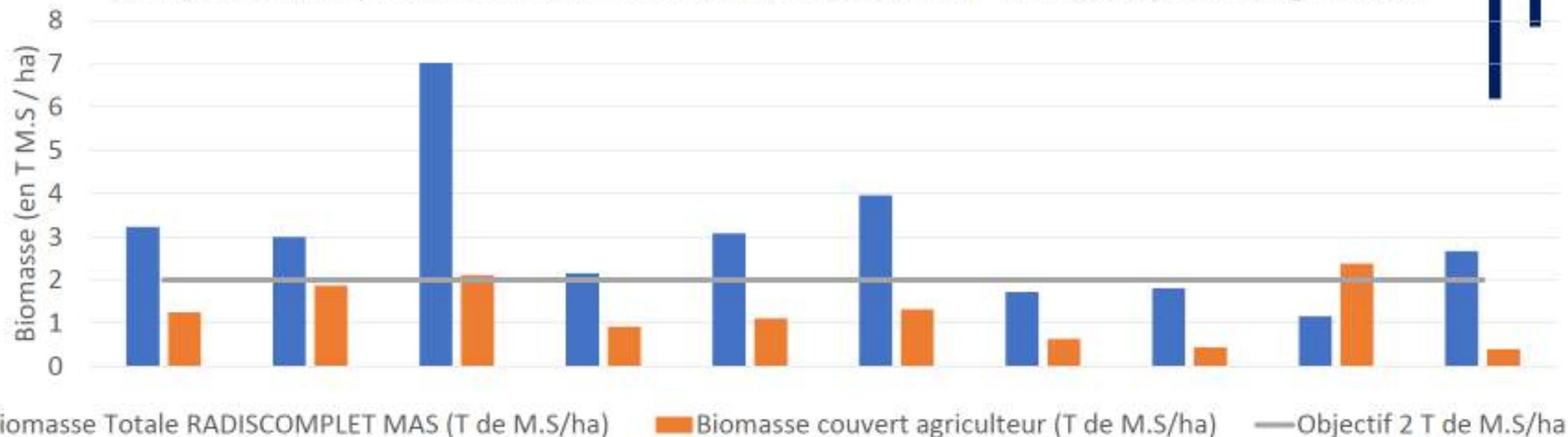


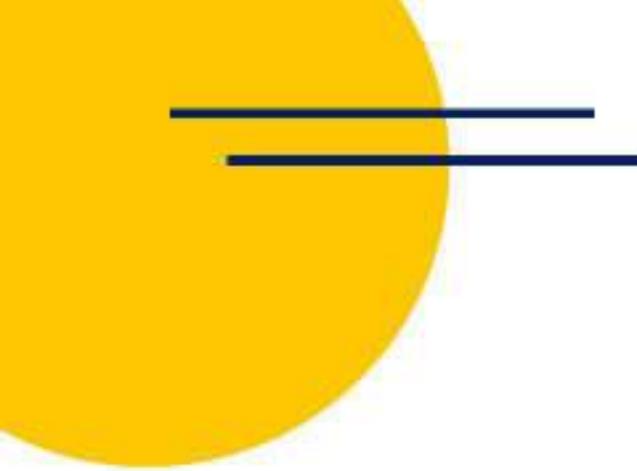
# COUVERTS ET STOCKAGE DU CARBONE

## SEMIS A LA VOLEE AVANT MOISSON

### Production de biomasse été 2021

Comparaison de production de biomasse du RADISCOMPLET MAS et du couvert agricole





# Des questions ?

cérèsia



The logo for Cérèsia, featuring the word "cérèsia" in a lowercase, sans-serif font. The letter "c" is yellow, and the rest of the letters are dark blue. The logo is positioned inside a white circular shape in the top-left corner of the slide.

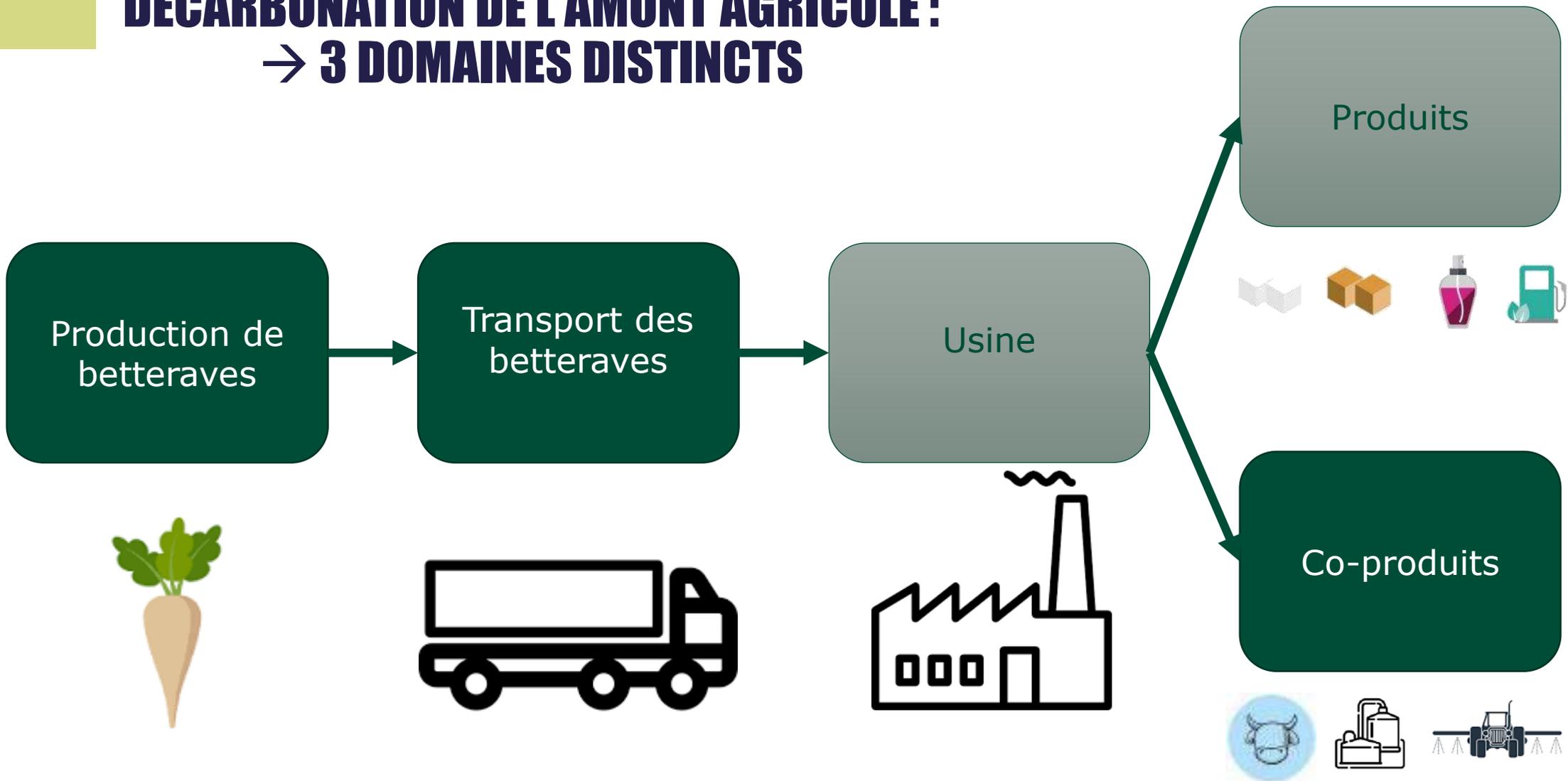
cérèsia

**MERCI !**

**CRISTAL\_UNION**

# DÉCARBONATION DE L'AMONT AGRICOLE :

→ 3 DOMAINES DISTINCTS



# DIAGNOSTIC CARBONE

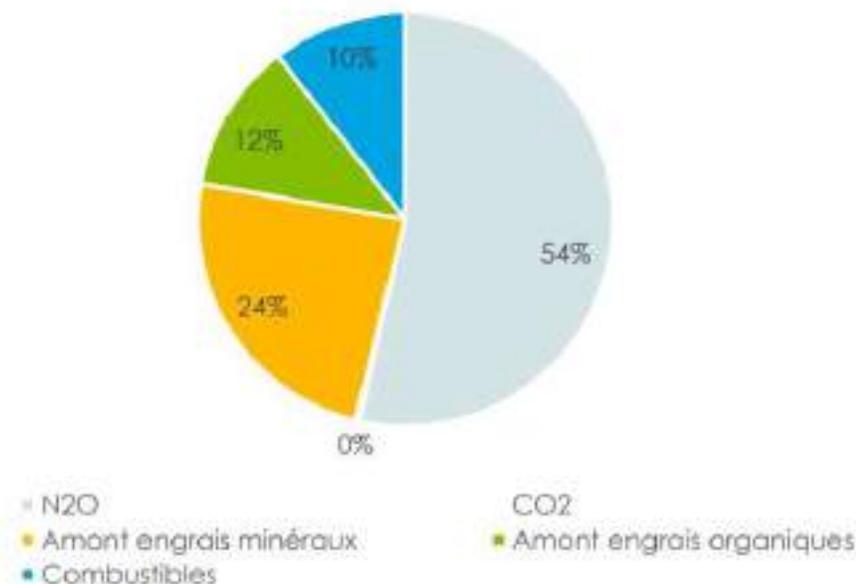


MESURE « BONS DIAGNOSTICS CARBONE »



- **Synthèse sur 84 fermes (80% dans le Grand Est)**
- SAU moyenne 211ha ; 11% de betteraves dans la rotation
- Médiane des émissions de GES: **3,09 teqCO<sub>2</sub>/ha/an**
- Médiane du stockage de carbone dans les sols: **- 0,03 teqCO<sub>2</sub>/ha/an**  
Forte variabilité : de +5 à -5 teqCO<sub>2</sub>/ha/an
- Bilan net médian : **3,03 teqCO<sub>2</sub>/ha/an**

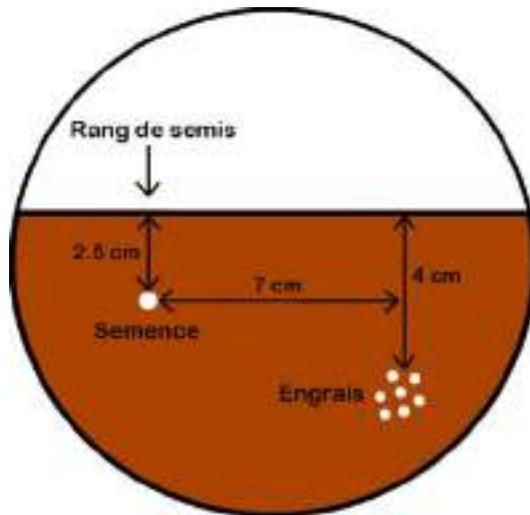
Moyenne des émissions de GES en fonction de chaque poste au sein des exploitations de l'échantillon



# PRODUCTION DE BETTERAVES : L'AZOTE



- **Action: Limiter la quantité d'azote utilisée et l'émission de N<sub>2</sub>O**  
→ Localisation de l'azote



- Réduction des apports d'azote de 20% pour toutes les situations où la dose conseillée est supérieure à 100 uN/ha → 9% du bilan GES production betteraves
- Freins: investissement, main d'œuvre, logistique

# PRODUCTION DE BETTERAVES : STOCKAGE DE CARBONE



- **Action : Augmenter le stockage de carbone dans les sols par l'optimisation des couverts d'intercultures**

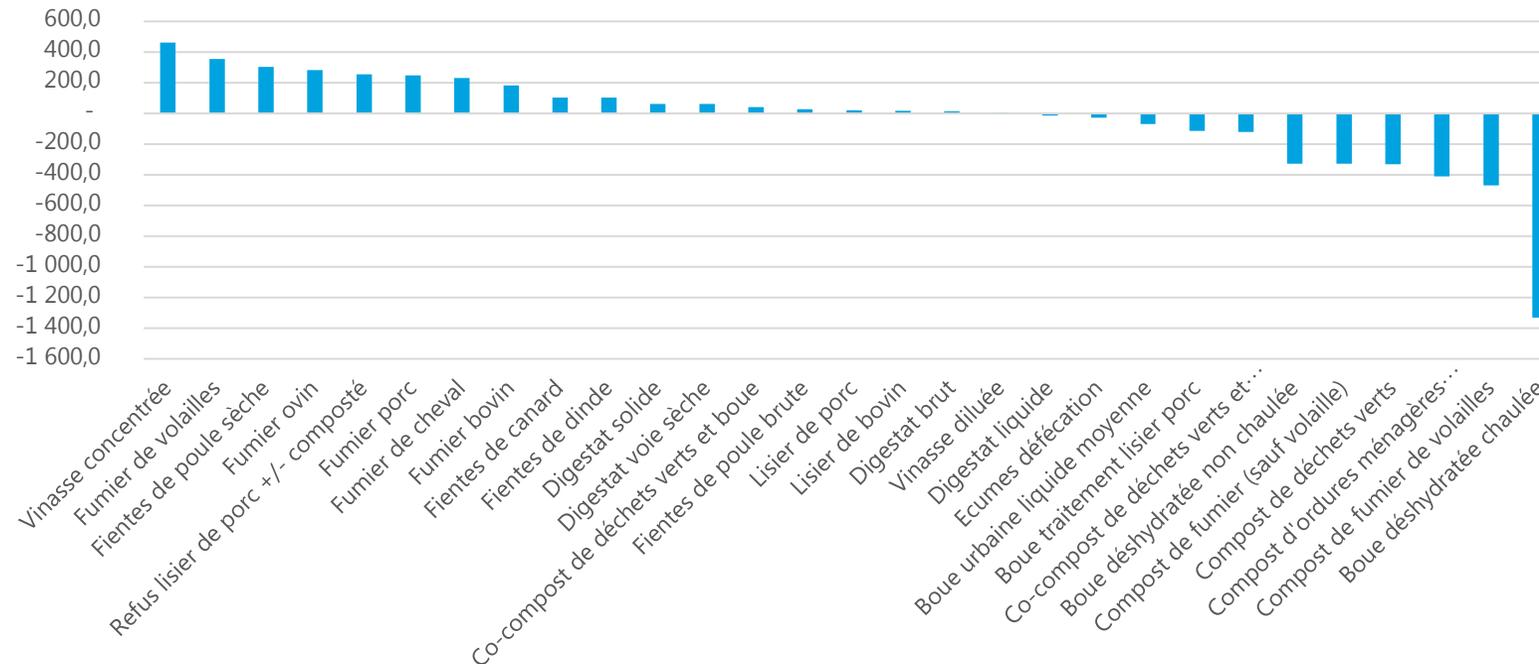


- 30% des couverts avant betteraves à + 1 tMS/ha → 3% du bilan GES production betteraves
- 90% des couverts avant betteraves à + 1 tMS/ha → 9% du bilan GES production betteraves
- Freins: gérer l'implantation et la destruction, conditions météo

# PRODUCTION DE BETTERAVES: FERTILISATION ORGANIQUE



Rapport C Humifié - Emissions Amont  
(kg CO<sub>2</sub>eq/t)



- De très grandes différences de facteur d'émission selon la source de fertilisation organique
- Pour certaine source les émissions ne compensent pas le stockage
- Mais cela ne prend pas en compte la valeur fertilisante!

## Augmentation des surfaces avec épandage de matières organiques?

- Problème de la disponibilité en matières organiques supplémentaires
- Augmentation de l'élevage ?

# PÉRIMÈTRE TRANSPORT



- Action: Diminuer la consommation de carburant par tonne transportée → ensemble 48 tonnes
  - Impact : fort sur la partie transport: jusqu'à 10%
  - En cours d'expérimentation pendant la campagne 2022/2023



**Merci de votre attention**

**Avez-vous des questions?**





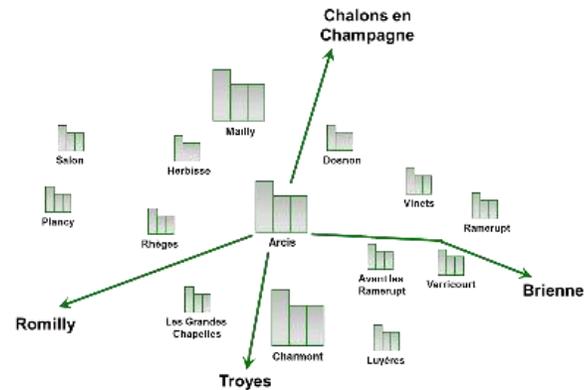
## SCARA – Traçabilité



CARBONTHINK

## Quelques chiffres clefs

- 638 adhérents
- Contrats filières (Lu'Harmony, Bledina, Agromousquetaire)
- Certifications environnementales (niveau 1,2,3)
- 81 exploitations HVE en 2022 (depuis 2019)

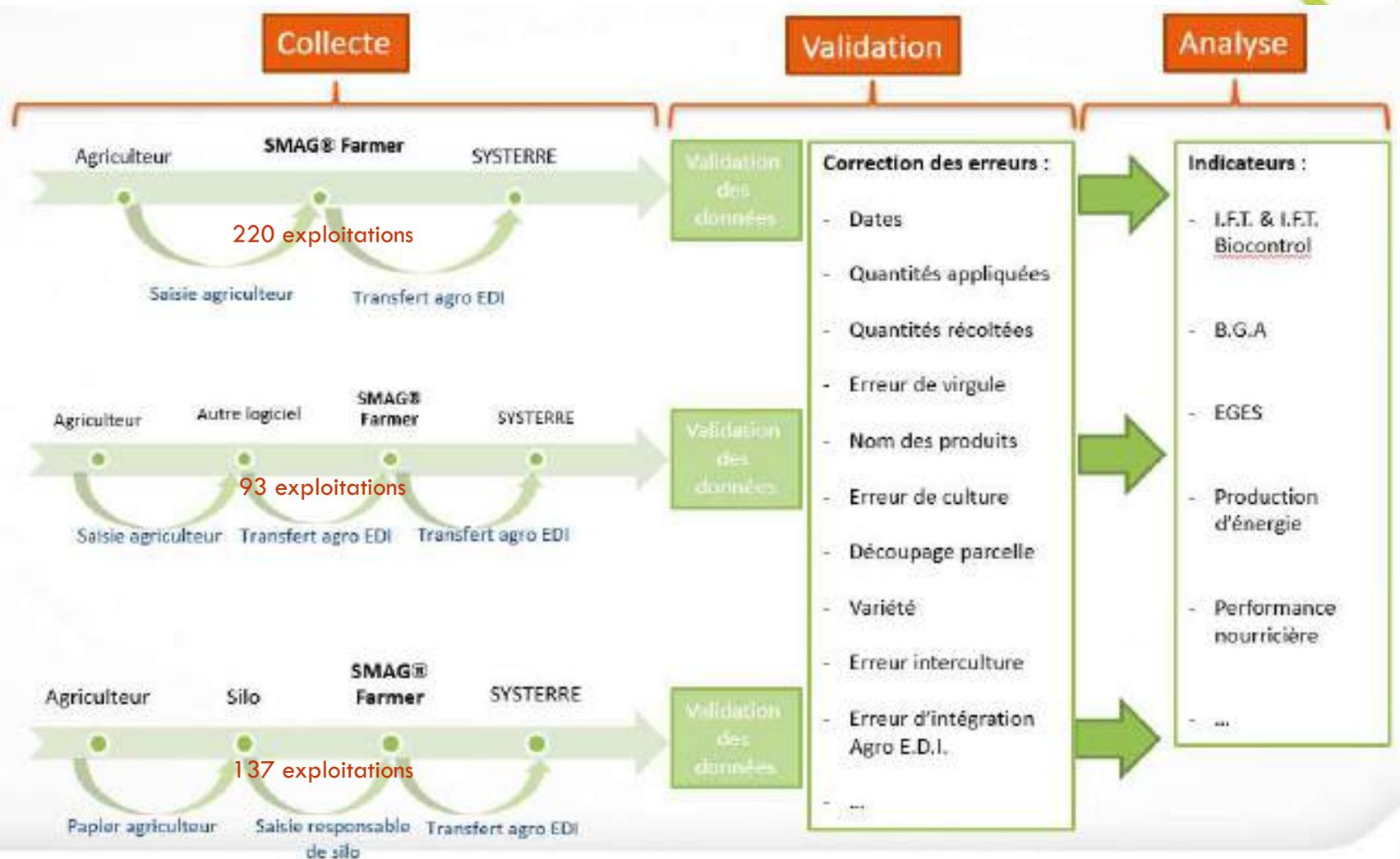


- Outil de traçabilité parcellaire
- **71 860 ha** d'intégrés pour la campagne 2022



# Processus de collecte des données

3 méthodes de collecte – 3 étapes clés



Données indispensables pour :

- HVE;
- LBC (Carbon Extract);
- Colza et tournesol GES;
- Filières;
- ...



## Une source de valeur

---

La traçabilité parcellaire est indispensable pour :

- Comprendre
- Analyser
- Comparer
- Améliorer

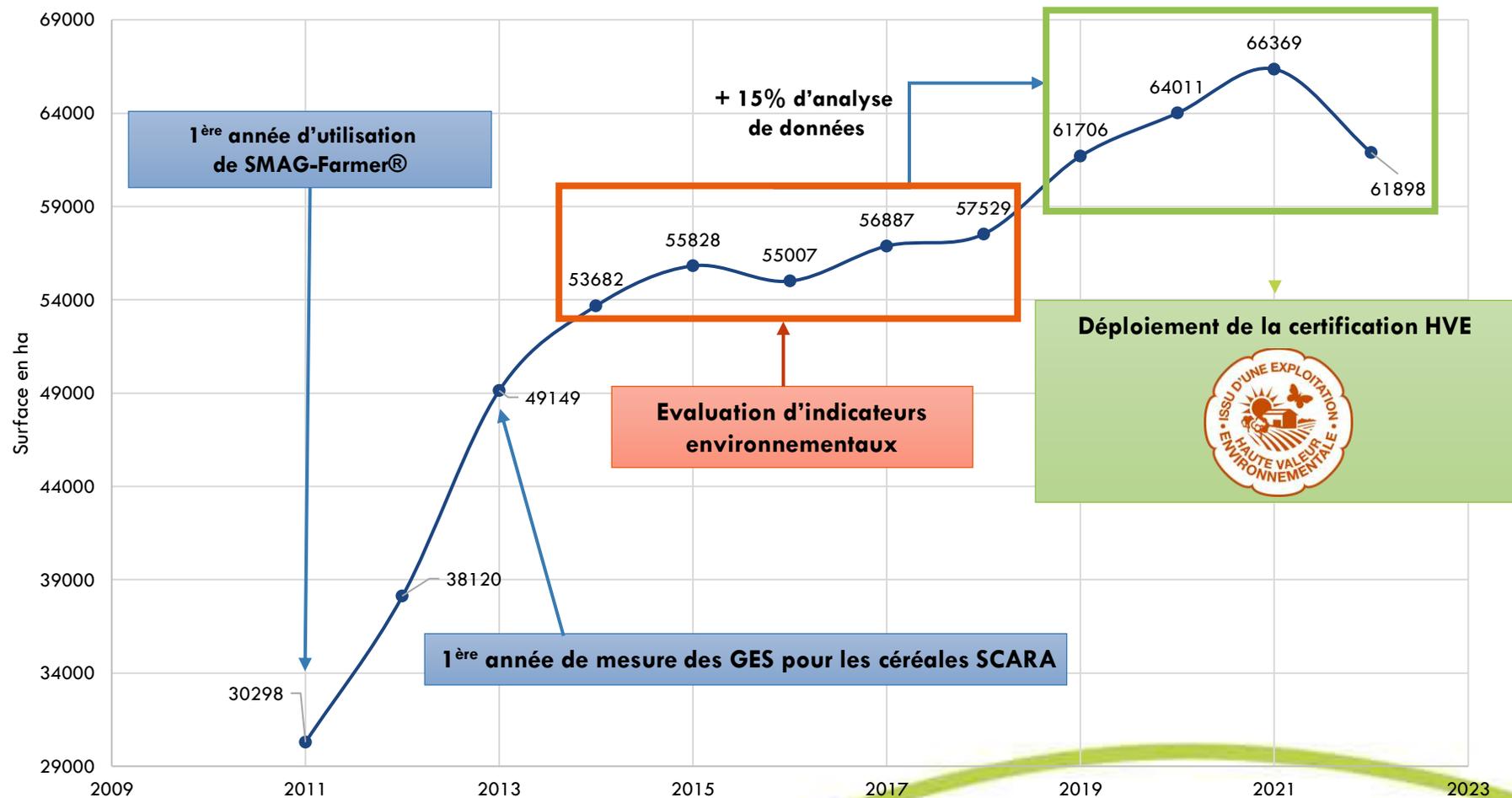
les systèmes agricoles

Mais aussi pour évaluer les **impacts** et **services** environnementaux des pratiques agricoles



# Une source de valeur

Evolution des surfaces analysées





Merci de votre attention



# POUR QUELLE VALORISATION

Carbone Tour  
28 novembre 2022



# Quelques réflexions stratégiques

4 - Une rentabilité perfectible, le crédit Carbone comme une fin ou comme un moyen ...



« le CC / une fin »  
= Transition rentabilisée

« le CC / un moyen »  
= Transition dé-risquée

5 - Articuler Crédit Carbone & Prime Filière

... notamment pour mieux valoriser l'existant ...



# COLLOQUE CARBONTHINK

GRANDES CONCLUSIONS :  
Évaluation et financement de la performance  
Carbone en grandes cultures



Le 12/12



Centre ville de Reims



De 13h30 à 17h



**Colloque final CarbonThink le 12/12 après-midi à Reims**

colloque final carbonthink le 12/12 après-midi à Reims



# ECHANGES LIBRES

Carbone Tour  
28 novembre 2022

