

  
**PRÉFÈTE  
COORDONNATRICE  
DU MASSIF CENTRAL**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

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

24PMA001

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



# Groupe de réflexion thématique

*La place des prairies et des systèmes herbagers dans  
l'atténuation du changement climatique et en  
particulier le stockage de carbone dans les sols*

26/01/2024



# Le Cluster Herbe : Une plateforme collaborative

Le Cluster Herbe est une plateforme collaborative qui fédère les acteurs des secteurs agricole, agro-alimentaire, recherche, formation, développement et territoires en interaction avec les politiques publiques et les financeurs au service du développement des filières agricoles et agro-alimentaires valorisant les ressources herbagères et pastorales du Massif central dans une logique de cohérence et de complémentarité.



Le **COPIL** est la structure de gouvernance du Cluster. Il définit les orientations globales du Cluster.



Le **CST** est un organe d'expertise. Il évalue la pertinence scientifique et technique des projets. Il a un rôle de capitalisation et de transfert des résultats.

Les **porteurs de projets** assurent la mise en œuvre des projets examinés répondant aux ambitions du Cluster Herbe.

Les **groupes de réflexion** sont des espaces d'échanges sur des enjeux identifiés pour partager les expertises, identifier les connaissances manquantes et construire des visions partagées.



## Gouvernance

Comité de pilotage

## Expertise transversale

Conseil scientifique et technique

## Exploration thématique

Groupes de réflexion thématiques




Gestion des  
ressources dans les  
systèmes herbagers

Valorisation auprès du  
consommateur

Innovation-expérimentation-transfert

LIT EHM

# Objectifs

-  apporter / partager des connaissances par l'intervention d'experts de la thématique
-  Identifier des besoins supplémentaires de connaissances
-  Être à l'émergence de projets sur le territoire Massif central



# ENJEUX CLIMAT CARBONE ET AGRICULTURE



Carole Le Jeune  
clejeune@lacoopagri.coop



# ENJEUX CLIMAT CARBONE ET AGRICULTURE

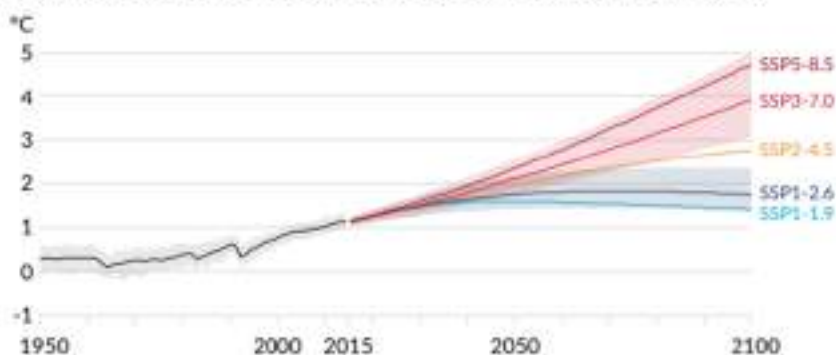
Cluster Herbe

Carole Le Jeune  
clejeune@lacoopagri.coop  
26 janvier 2024

# Réchauffement climatique

Ce que nous dit le GIEC

Température globale à la surface de la terre (°C)



Source : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC/IPCC)

- Si les émissions se poursuivent, **l'élévation de la température pourrait atteindre les +4 à +5°C**, ayant des conséquences dramatiques pour l'ensemble de la planète.
- Les scénarios les plus optimistes permettraient de contenir cette élévation **sous la barre des 2°C**.

# Pourquoi viser la neutralité carbone à l'horizon 2050?

Une prise de conscience politique en 2015

## Accord de Paris sur le climat :



Limiter l'augmentation de la température moyenne du globe à 2°C, si possible 1,5°C.



**La solution** : atteindre la neutralité carbone au cours de la deuxième moitié du XXIème siècle.



PARIS2015  
ON CLIMATE CHANGE CONFERENCE  
COP21-CMP11

## Engagement de la France via la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) :



2017

Plan Climat qui traduit l'accord de Paris avec des objectifs plus ambitieux : ZEN 2050

2019

Objectifs inscrits dans la Loi relative à l'énergie et au climat

2020

Loi Climat et Résilience



2019

Pacte vert pour l'Europe : ZEN 2050

2020

Directive Fit For 55



# Pacte Vert pour l'Europe

- 55 % de GES entre 1990 et 2030



## METTRE EN ŒUVRE LE PACTE VERT POUR L'EUROPE

### LA DÉCENNIE DÉCISIVE

L'UE réduira ses émissions nettes de gaz à effet de serre d'au moins 55 % d'ici à 2050 par rapport aux niveaux de 1990, comme convenu dans la loi européenne sur le climat. Le 14 juillet 2021, la Commission a présenté des propositions visant à atteindre ces objectifs et à faire du pacte vert pour l'Europe une réalité.



# Contexte et enjeux de la filière SFEC



# Planification écologique :

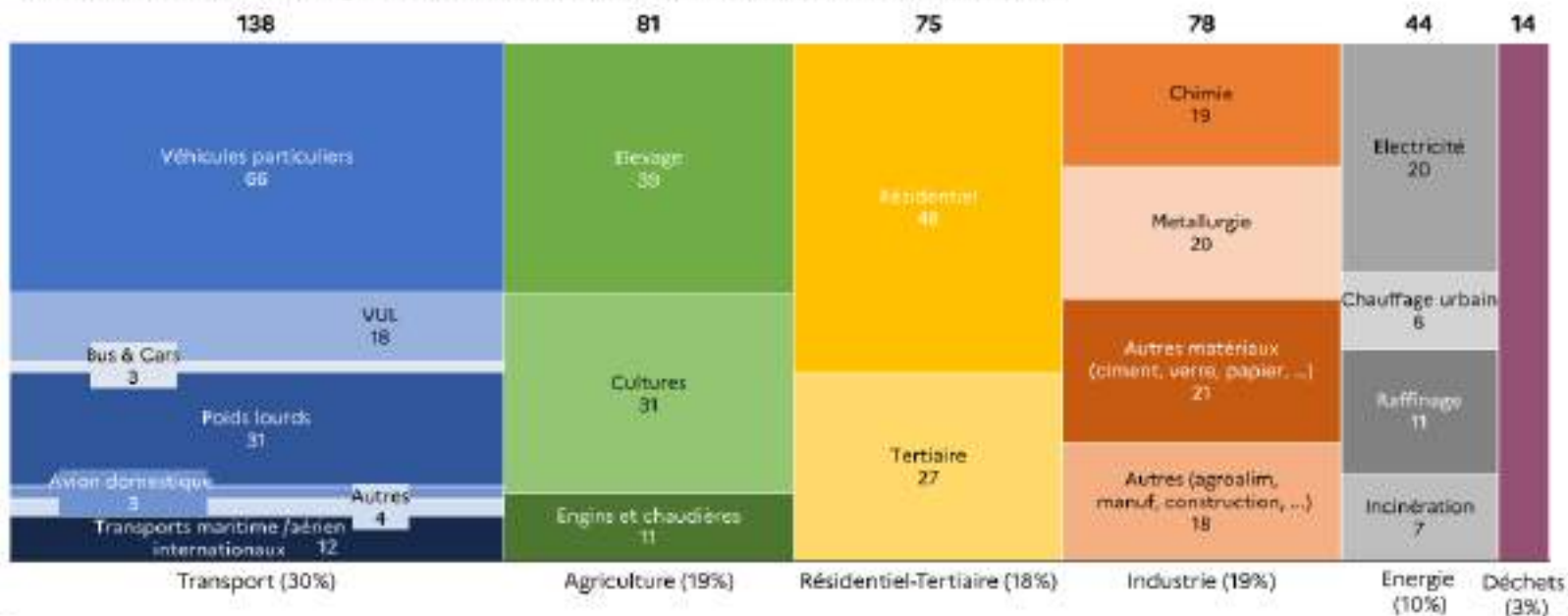
- 55 % de GES entre 1990 et 2030 : - 5 % / an

« Nous devons aujourd'hui réussir à faire davantage en 7 ans que ce que nous avons fait ces 33 dernières années »



# Nos émissions nationales de gaz à effet de serre (2021)

Emissions annuelles de gaz à effet de serre (GES) en France en 2021 (MtCO<sub>2</sub>e)

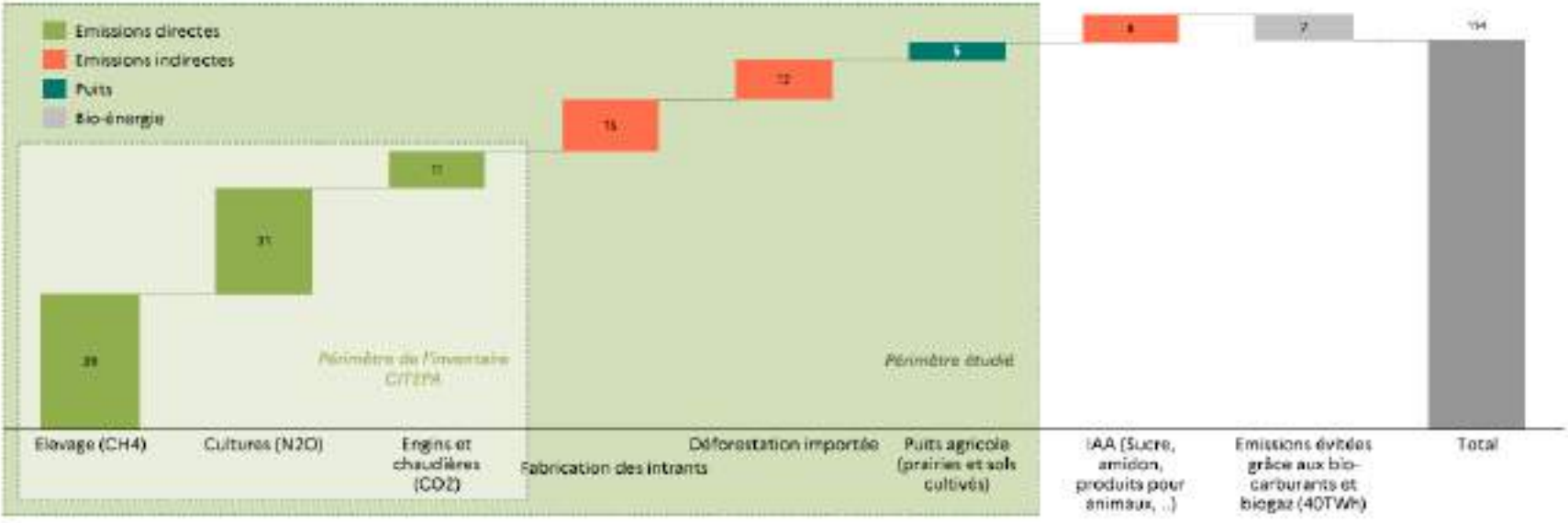


Source : CITEPA-SECTEN, baromètre mensuel – hors UTCATF

# Les émissions nationales de la chaîne alimentaire

De l'amont à l'aval

Emissions directes et indirectes de GES associées à l'agriculture et l'alimentation (2021, MtCO2e)



# La neutralité carbone en France

## L'agriculture Premier secteur émetteur en 2050

Accord de Paris, 2015



Neutralité  
carbone



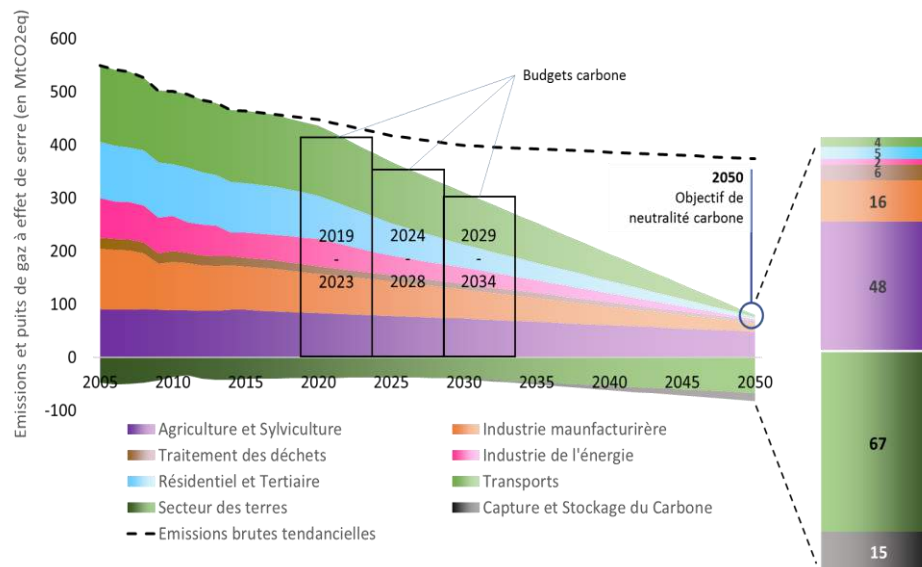
Rapport GIEC 2018



En France, GES en







baisse  
de 55 %

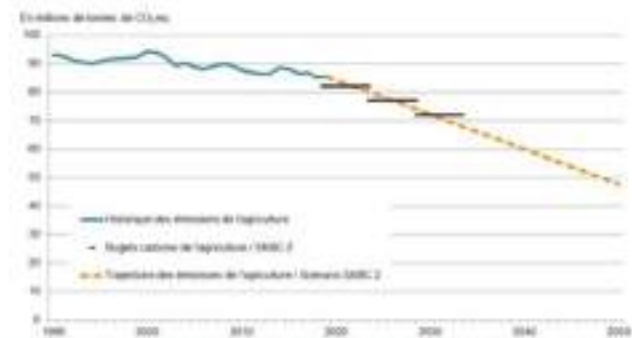
en 2030



# Stratégie Nationale Bas Carbone 2

(en cours de révision)

	2030	2050
 <b>Transports</b>	-28%	Décarbonation complète**
 <b>Agriculture</b>	-19%	-46%
 <b>Industrie</b>	-35%	-81%
 <b>Résidentiel</b>	-49%	Décarbonation complète
 <b>Energie</b>	-33%	Décarbonation complète
 <b>Déchets</b>	-35%	-66%



## Comment atteindre les objectifs de la SNBC

-  Développer l'**agroécologie** et l'**agriculture de précision**, notamment pour réduire au maximum les émissions non-énergétiques
-  Développer la **bioéconomie** pour fournir énergie et matériaux moins émetteurs de GES à l'économie française
-  Développer l'**agroforesterie** et diminuer l'artificialisation des sols pour stopper le déstockage actuel de carbone
-  Faire évoluer la **demande alimentaire** et réduire le **gaspiillage alimentaire**

# FOCUS SCOPE 3 : Agriculture

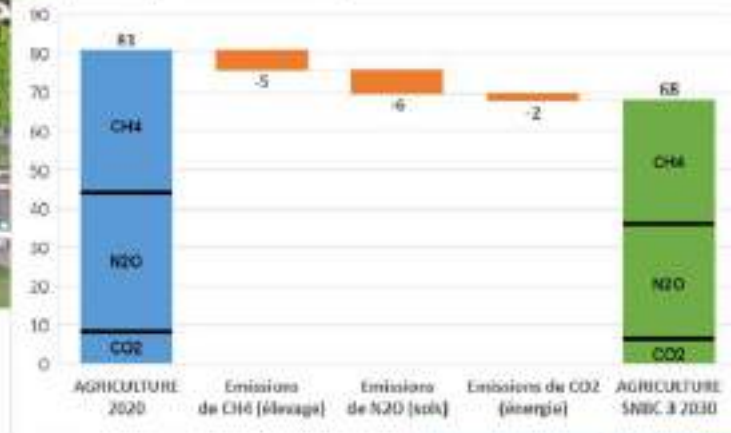
Les objectifs à 2030



**Elevage** : augmenter l'autonomie protéique, améliorer la gestion des déjections, optimiser la gestion du troupeau...



**Alimentation** : augmentation des légumineuses, fruits et légumes, céréales complètes...



**Puits agricole** : couverts, haies et arbres, préservation des prairies...



**Consommation d'énergie** : économies d'énergie, substituer le GNR par des biocarburants et du biogaz...

**Filières végétales** : optimiser les pratiques de fertilisation, allonger les rotations et introduire des légumineuses...





# Leviers Stockage de Carbone

5 millions de tonnes en 2030

	Obs.	run1		run2	
	2020	2030	2050	2030	2050
Terres arables avec agroforesterie (kha)	0	37	148	50	150
Prairies avec agroforesterie (kha)	0	37	148	50	150
Linéaire de haies (milliers de km)	734	791	818	784	884
Surfaces avec cultures intermédiaires (kha)	2946	2385	6313	4800	8600
Dont part de CIVE	4%	8%	20%	19%	30%

## Développer le stockage de carbone dans les sols agricoles grâce aux prairies, haies et couverts

- ✓ Mesures prévues dans le PSN (conditionnalité renforcée, écorégime et « bonus haies », aides couplées bovines, soutien conversions AB, MAEC ; qualité et protection du sol, création de couverts d'intérêt pour la biodiversité, gestion durable des infrastructures agroécologiques...)
- ✓ Concertation lancée pour un « Pacte en faveur de la haie »
- ✓ Objectif de développement de filières de valorisation locale des produits de la haie
- ✓ Soutenir l'élevage grâce à l'optimisation et au développement du pâturage dans les exploitations
- ✓ Développer et simplifier le Label Bas Carbone

# Rémunérer l'agriculteur pour ses pratiques bas carbone

## PLUSIEURS MOYENS



Type de financement

### Primes de filière

Qui paye ?

Acheteurs de matière premières (blé, colza, orge...)

Comment c'est calculé ?

Selon le cahier des charges, l'amélioration de l'empreinte carbone de la culture concernée



### Marché carbone volontaire

Entreprises qui veulent compenser leurs émissions

Selon l'amélioration du bilan carbone de l'exploitation



LABEL BAS CARBONE

Gold Standard

SOIL CAPITAL



### Subventions publiques, PAC

Europe, Etat français, Régions, collectivités territoriales...

Selon les règles et conditions définies par les instances publiques



# Compensation carbone

## L'émergence d'un marché volontaire



### Marché réglementé (EU ETS)

Introduit en 2005 suite au **protocole de Kyoto**, le **marché des quotas** en Europe cible les grands émetteurs:

- **12 000 installations industrielles concernées**
- **50% des émissions européennes (soit 1750 MtCO<sub>2</sub>)**
- Principe du **pollueur/payeur**

**-80C / tCO<sub>2</sub>e**  
Objectif de 100€ /tonne en 2030



**Au-delà des quotas**

Achat de quota

et/ou

**Compensation par l'achat de crédits carbonés « réglementés » hors territoire\*:**

- Mise en Œuvre Conjointe (MOC) – provenant d'un autre pays industrialisé (ERU - Emission Reduction Unit)
- Mécanisme de Développement Propre (MDP) - provenant d'un pays en développement (CER - Certified Emissions Reduction)

**Paiement de la taxe carbone**



Seuil des quotas

Vente de quota

**En dessous des quotas**



### Marché volontaire

Prévu par le **protocole de Kyoto**, ce marché permet d'inciter les **acteurs privés/publics** à réduire leurs émissions carbonées de **façon volontaire**.

Il n'impose aucune certification et est concrétisé par l'achat de:

- Crédits carbone **certifiés**/internationaux (Gold Standard, Verra...)
- Crédits carbone **certifiés**/domestique (Label Bas Carbone...)
- Crédits carbone **non certifiés** à moindre coût

**50% du marché** occupé par Verra et Gold Standard

Et vise 2 types de projets:

Reduction

Séquestration

### Achat/Vente de crédits carbonés volontaire

Ne peuvent être comptabilisés sur le **marché réglementé** sans mise en conformité\*\*

**5 à 100€ / tCO<sub>2</sub>e**

**Acteurs volontaires:**



**Autres acteurs privés non soumis au marché réglementé**



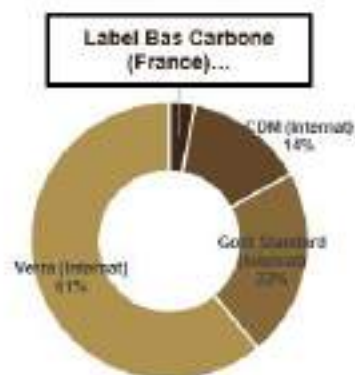
**Acteurs publics**



**Citoyens**

# Relocaliser la contribution climatique vers des projets de qualité dans la Ferme France

Compensation volontaire des entreprises françaises selon standard/origine en 2021



Un enjeu de qualité grandissant



Cadre de certification UE pour les absorptions de carbone

11 Mt CO<sub>2</sub>e d'équivalent crédit carbone acquises (2020)

1 % des projets localisés en France

4,5 €  
Prix moyen (2020) varie de 1€ à 70€

Acheteurs

Entreprises	90 %
Collectivités	5 %
Associations	5 %

# Qu'est-ce qu'un projet carbone ?

## SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE



## LES CRITÈRES D'ÉLIGIBILITÉ D'UN PROJET DE COMPENSATION



**Suivi**  
*il un référentiel*

VCS Gold Standard

QUANTIFIER les économies CO<sub>2</sub>, Apporter PRODIGES à l'écologie au sein d'industries

**Additionnalité**  
*des activités*

PLANIFIER Les activités du projet génèrent d'économies de CO<sub>2</sub> qui répond à une situation de référence

FINANCER Les activités du projet sont financées par les revenus du carbone

ÉVALUER Les crédits du projet sont ajoutés de la réglementation du pays

**Permanence**  
*des économies de CO<sub>2</sub>*

7 ANS

**Vérification**  
*par un auditeur indépendant*

ÉVALUER la performance du projet

TRANSPARENTE

IMPARTIALITÉ

# Les briques du label bas-carbone



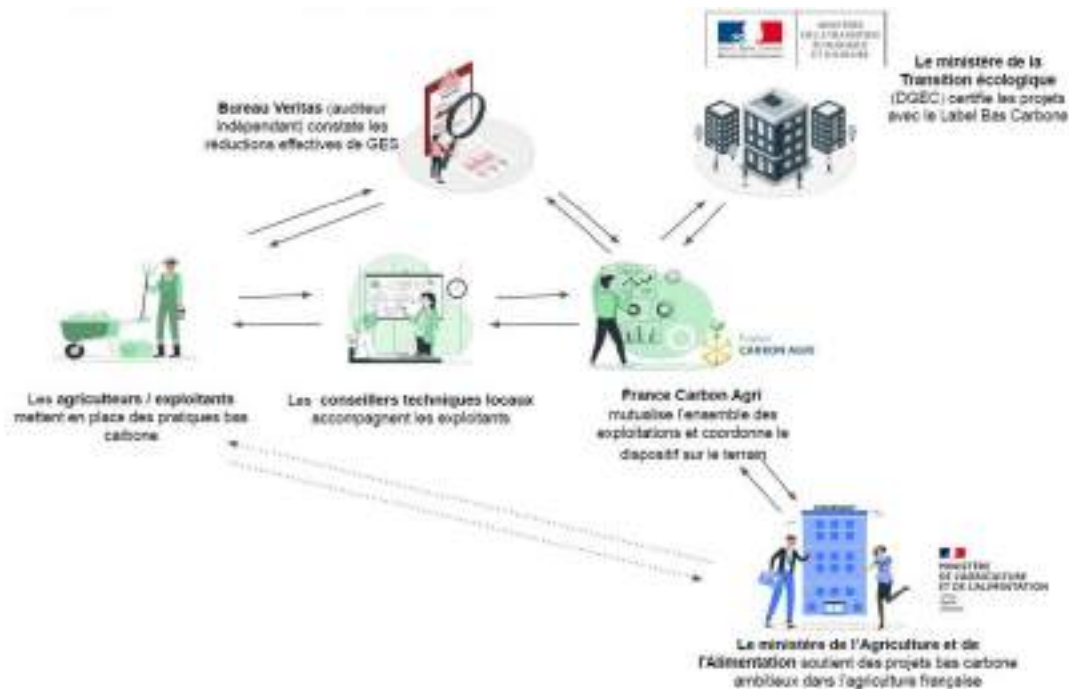
Le Label Bas Carbone : un processus national de certification

# Calendrier d'un projet Label Bas Carbone



# Rôle de FCAA :

Assurer la labellisation et la valorisation des crédits carbone agricoles





# Une garantie de qualité avec des projets

exclusivement « Label Bas Carbone » et « made in France »

Exploitation d'élevage ruminant  
(Méthode Carbon Agri)



Exploitation  
en Grandes  
cultures



Ovin Caprin  
(En préparation 2024)



Volaille  
(En préparation - 2024)



Viticulture  
(En préparation-2024)



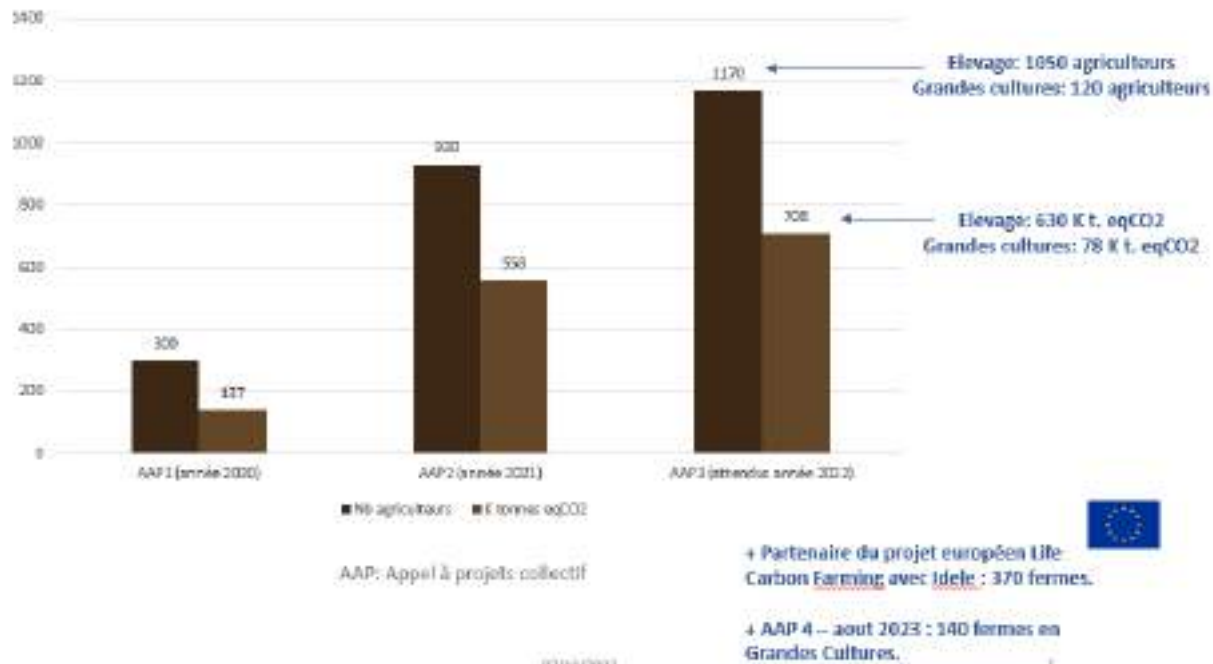
Porcin  
(En préparation-2024)



[...]

# Une croissance d'exploitations

pour accélérer la transition bas-carbone sur l'ensemble du territoire



# Les cobénéfices mesurés avec CARBON AGRI

## Contribution à la biodiversité

Augmenter les surfaces ou linéaires de prairies, haies, arbres isolés, bosquets, mares, etc.



## Lutte contre la déforestation

Substitution du soja par des coproduits locaux ou des fourrages



## Qualité de l'eau

Réduction des quantités d'azote perdues vers l'eau

## Production d'énergie

Production d'énergie renouvelable par la méthanisation, les panneaux photovoltaïques ou le bois énergie



## Qualité de l'air

Réduction des quantités d'azote perdues vers l'air



## Surface en couverts végétaux

Limiter l'érosion, le lessivage d'azote, améliorer la fertilité des sols et augmenter le stockage carbone grâce à la couverture des sols

# Vos questions



*Place des prairies et des systèmes  
herbivores dans l'atténuation du  
changement climatique*



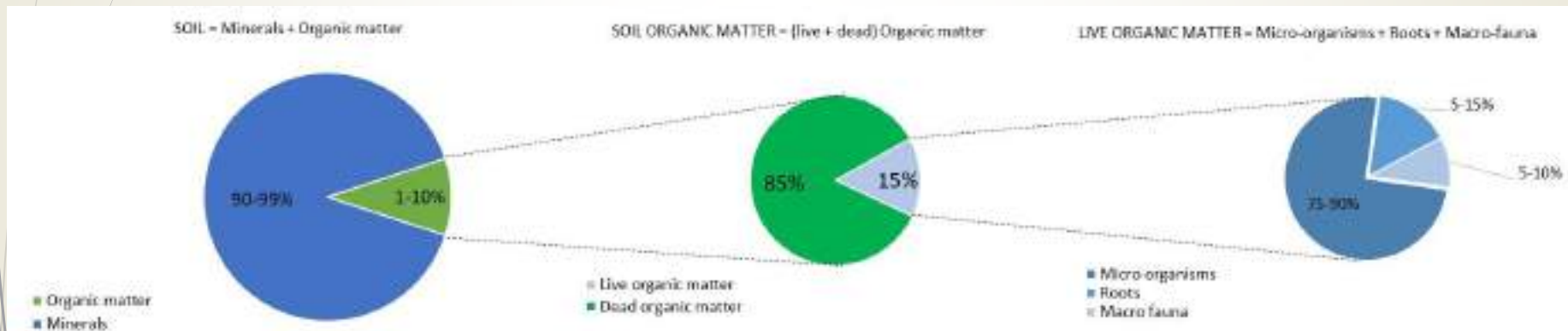
Vincent Manneville



## Qu'en est-il de la matière organique du sol (MOS) ?

Tous les constituants organiques, morts ou vivants, d'origine végétale, animale ou microbienne, transformés ou non, présents dans le sol.

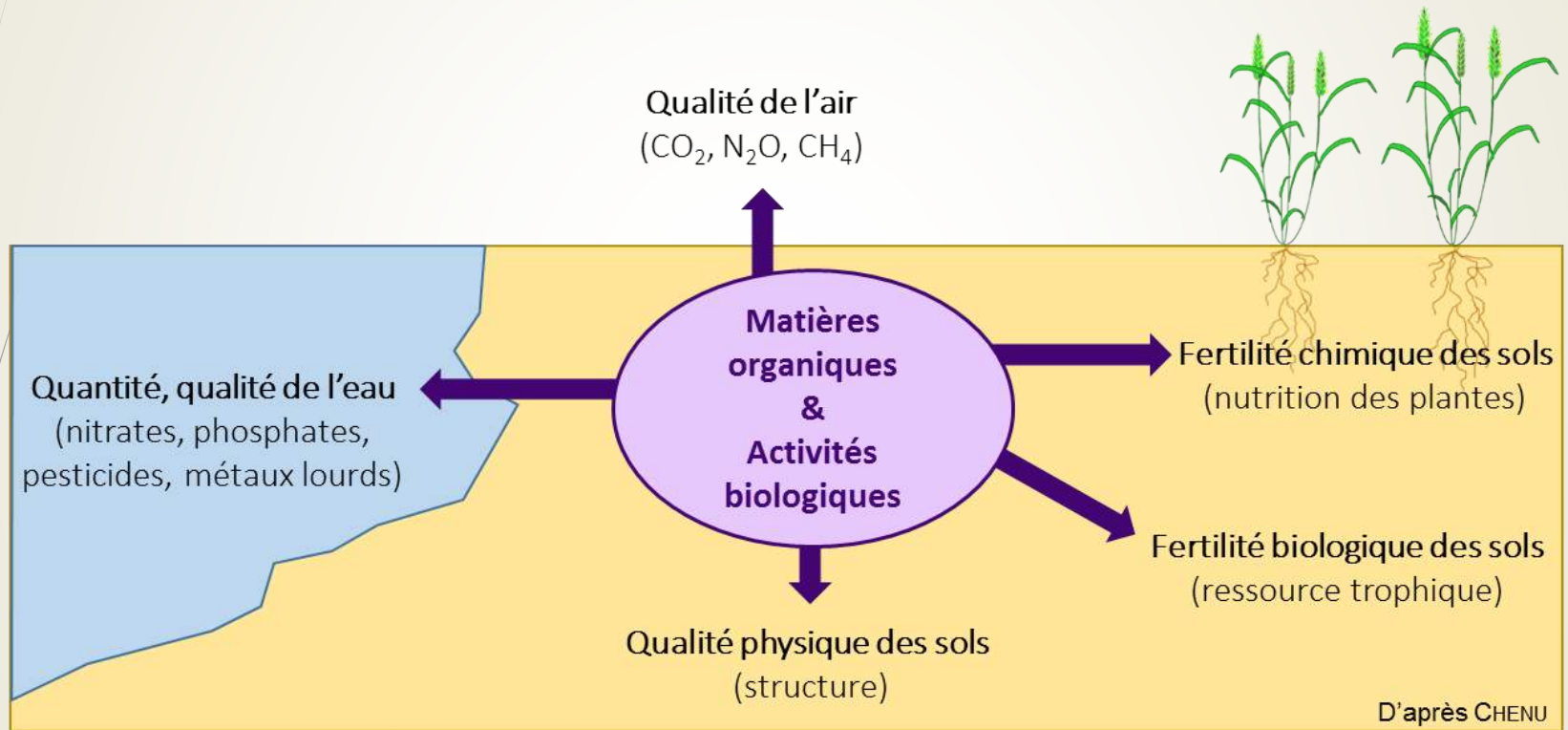
Le poids des micro-organismes pour un sol contenant 2,5% de MO est supérieur à 4 t par ha.



Source : CHENU et al.  
2018

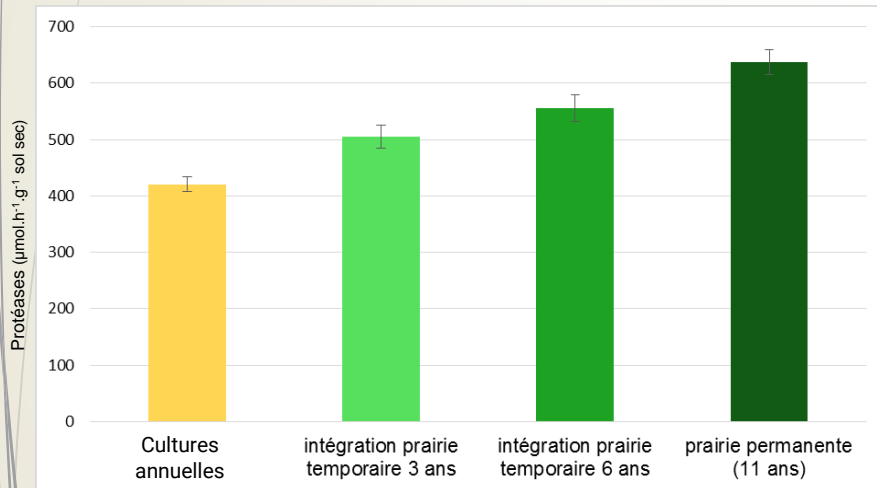


## Le sol est un élément essentiel de l'écosystème qui régule et contrôle de nombreux processus écologiques ...

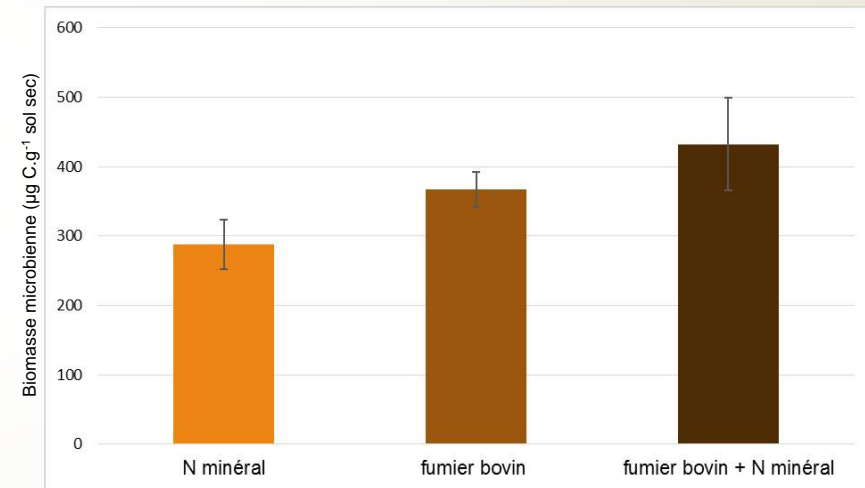


# La prairie temporaire en rotation avec les cultures annuelles et l'épandage de la matière organique

Essentiel pour soutenir les activités biologiques et préserver les services écologiques dans les sols cultivés.



Source : PETITJEAN et al. 2018 Etude CNIEL



Source : PETITJEAN et al. 2018 Etude CNIEL





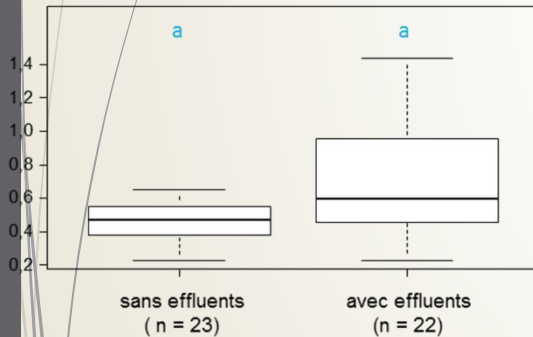
# La séparation en 3 fractions des MOS renseigne sur le temps de résidence

Fractionnement physique des MOS = séparation en fonction de la taille des MO (FELLER, 1979).

Les teneurs sont significativement plus élevées dans les fractions 200-50 et < 50  $\mu\text{m}$  pour les parcelles ayant reçu des effluents d'élevage. Les apports d'effluents (fumier et lisier bovins) impactent la teneur en carbone organique des sols

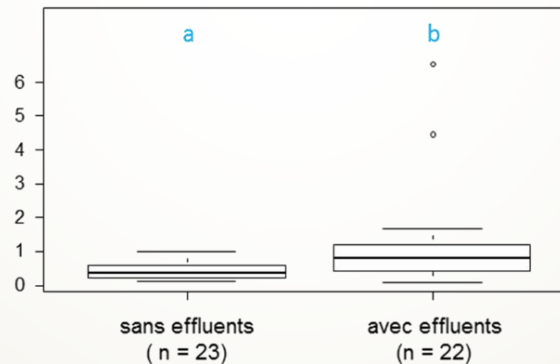
**Fraction 200 - 2000  $\mu\text{m}$**  : résidus végétaux ; matière organique non protégée de la dégradation; turn over rapide (2-3 ans).

Carbone organique dans la fraction 200-200  $\mu\text{m}$   
(g C  $\text{kg}^{-1}$  sol)



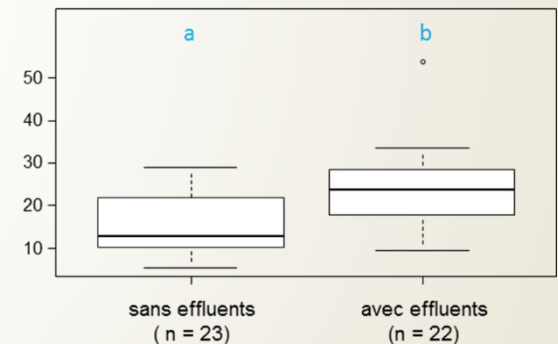
**Fraction 50 - 200  $\mu\text{m}$**  : matière organique en cours de dégradation, physiquement protégée; turn over de plusieurs dizaines d'années.

Carbone organique dans la fraction 200-50  $\mu\text{m}$   
(g C  $\text{kg}^{-1}$  sol)



**Fraction < 50  $\mu\text{m}$**  : matière organique récalcitrante, stable, physiquement et chimiquement protégée, turn-over > 100 ans.

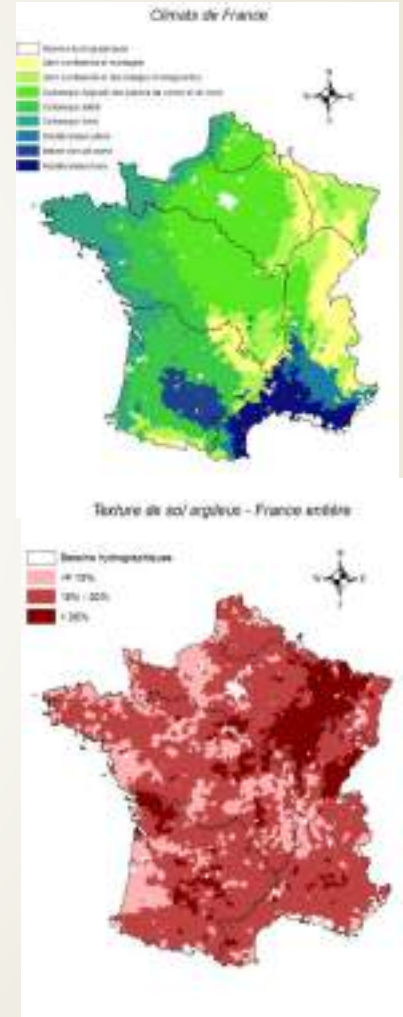
Carbone organique dans la fraction < 50  $\mu\text{m}$   
(g C  $\text{kg}^{-1}$  sol)



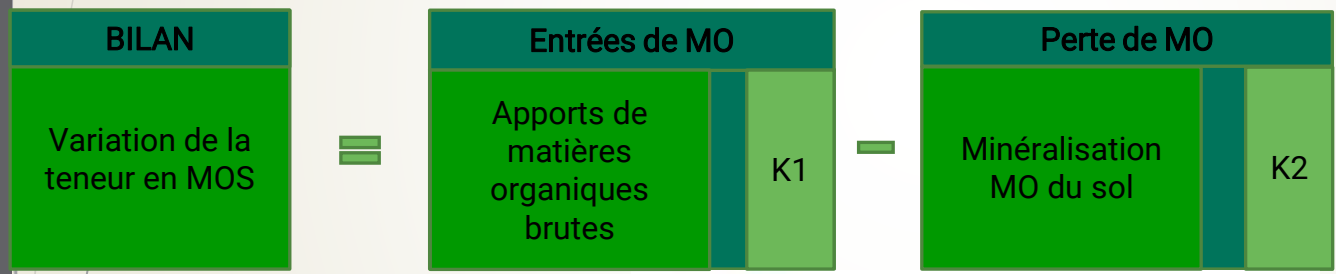
Source : PETITJEAN et al. 2018 Etude CNIEL



# " Est-il possible de maintenir la fertilité des sols sans production animale ? "



Un bilan humique (+) global pour suivre le capital MO des sols et son devenir

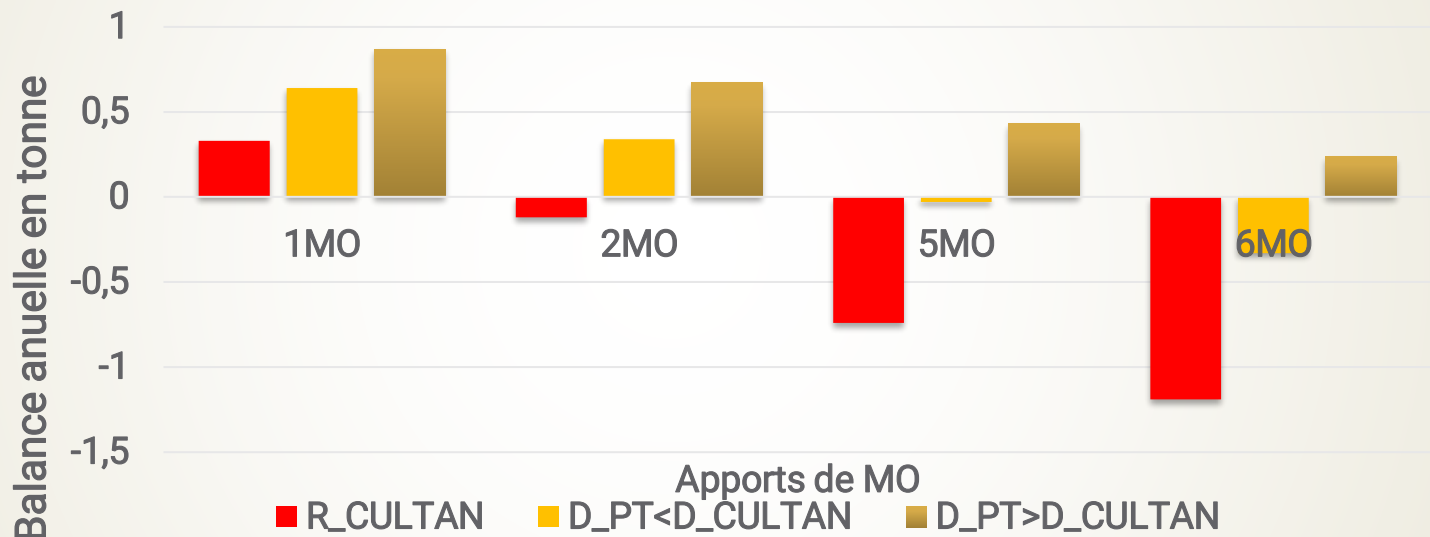


Equation - Entrées de stock de matières organiques évaluées de la couche arable. Modèle microcompartimental de Hénin-Dupuis (1945)



# La prairie temporaire à un rôle essentielle dans la préservation de la fertilité des sols *(Bilan humique + d'une rotation 15%<Argile<30%)*

Pour un maintien de la MO à 3 pour 100 quels que soient les sols !

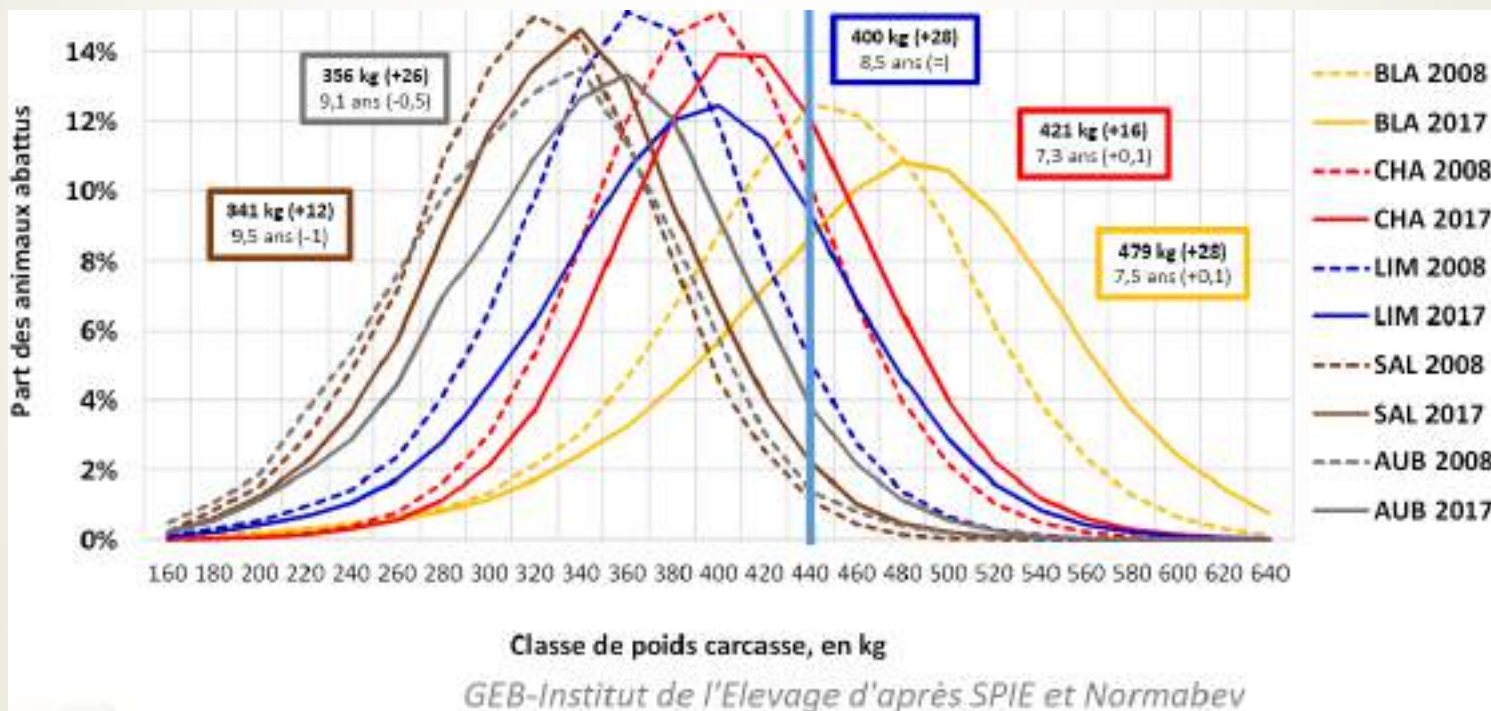


Entrées MO	1MO	2MO	5MO	6MO
Effluents herbivores	Régulier	Régulier	Jamais	Jamais
Résidus de récolte enfouis	Oui	Non	Oui	Jamais



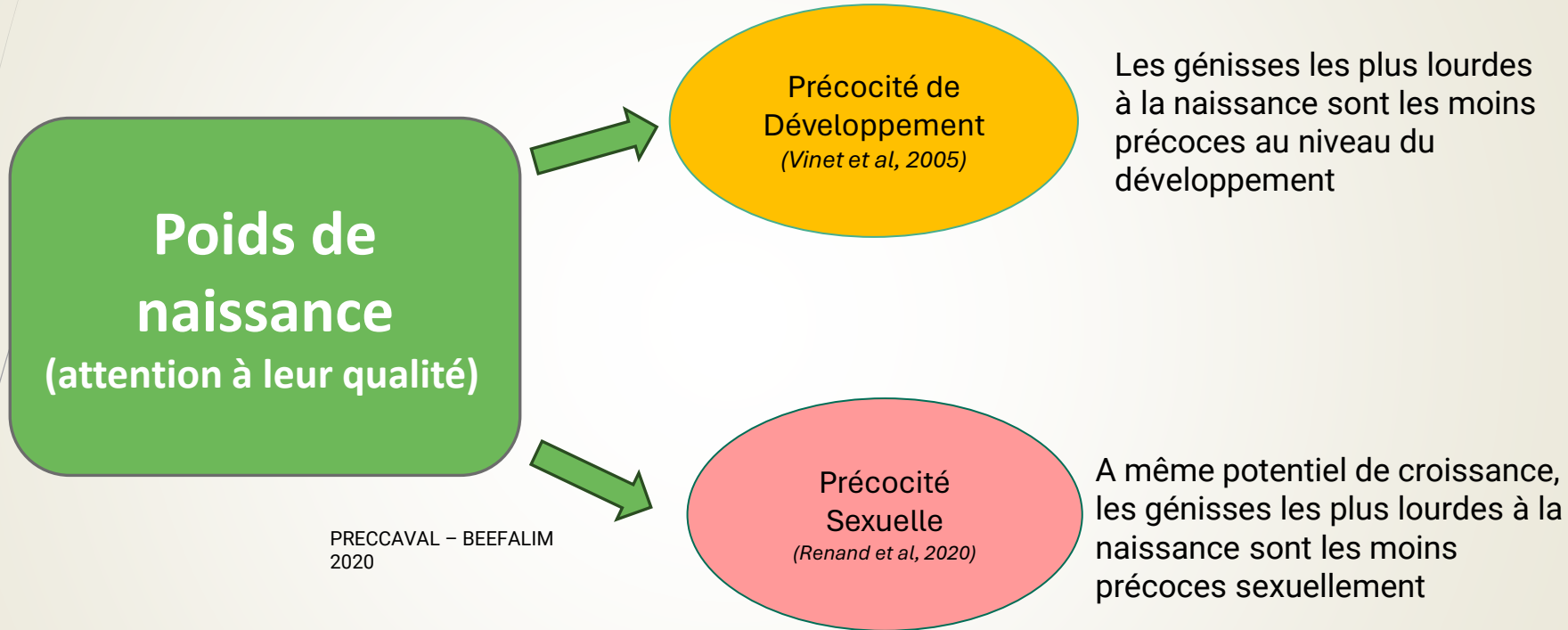
# Une évolution de + 2 à 3 kg an<sup>-1</sup> des poids de carcasse des vaches national en 2008 et 2017

5-6 mois pour engraisser une vache de 900 kg de PV contre 2-3 mois pour engraisser une vache de 650 kg de PV. Les formats lourds de vache ont une couverture des besoins d'entretien plus important ! La capacité d'ingestion n'est pas proportionnelle au format et à la conformation !

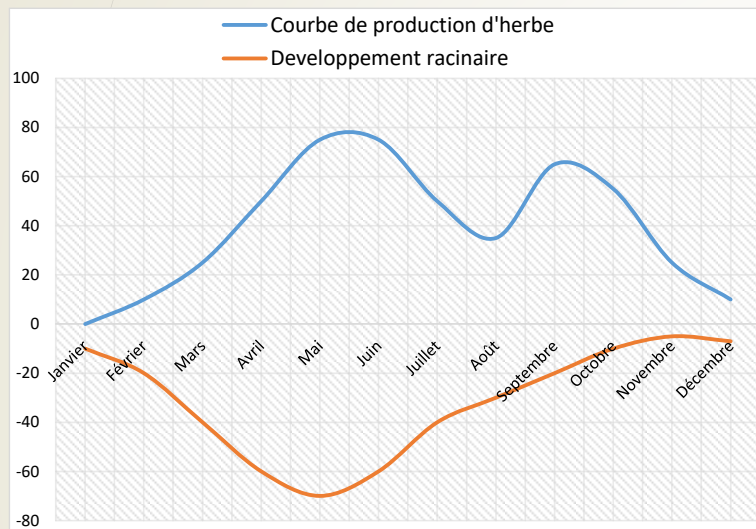


# La vache allaitante de demain ; Un format de 700-750 kg avec des qualités maternelles pour des productions d'animaux précoces

Précocité de développement et précocité sexuelle : moins de besoins d'entretien, des phases de finition plus courte pour un poids de carcasse plus léger mais ...



# Effets du pâturage de la prairie permanente sur la matière organique du sol et le stockage de carbone



MO restituée =  $5 \text{ t MS} \times 0,9 \times 0,30 \times 0,5 = 0,68 \text{ t}$   
 MO non valorisée =  $1 \text{ t MS} \times 0,9 \times 0,8 = 0,72 \text{ t}$   
 MO racinaire =  $3,6 \text{ t MS} \times 0,9 \times 0,5 = 1,62 \text{ t}$

3,02 t de MO stable

(MO = 1,73 x C)

Hypothèses :

%MOS = 3,5 %    1 UGB = 5 t MS an<sup>-1</sup>    1 t de MS herbe = 0,9 t MO

6 t MS ha<sup>-1</sup> de production

5 t. MS valorisées  
 1 t. MS perte « non valorisée»  
 3,6 t. MS racinaire

Digestibilité : MOD = 0,7

MOND = 1 - dMO = 0,3

soit restitution au pâturage de 0,30 de

la MS ingérée

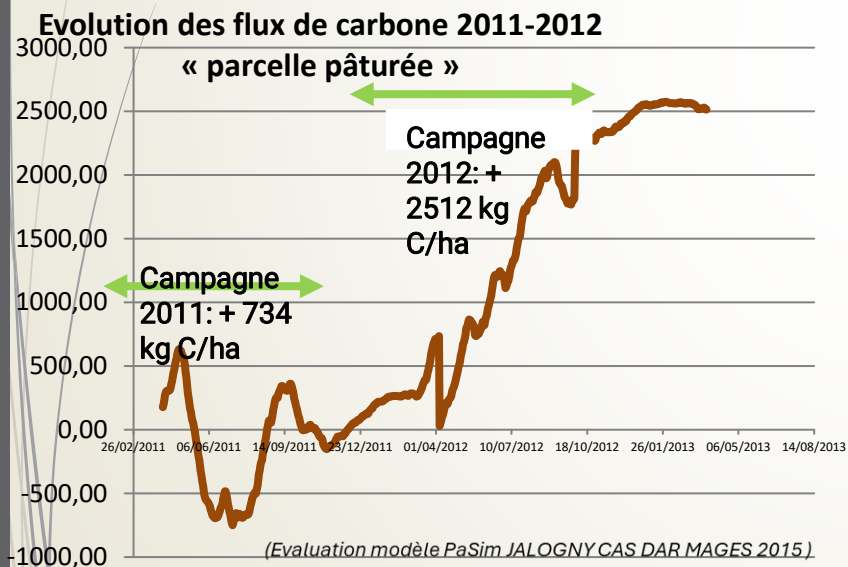
Coef isohumique K1	
Herbe non valorisée	0,8
MS Racinaire	0,5
MS Restituée	0,5

Soit pour les 3,02 t de MO produites par une vache et son ha de prairie, le stockage de carbone est de 1,74 t de C  
 soit 6,4 t eq CO<sub>2</sub>



## Si les systèmes herbivores demandent d'être ajustés pour atteindre la neutralité carbone exigera de sortir d'une comptabilité forfaitaire du stockage !

Une réponse de la fonction « stockage-destockage » guidée par la conjoncture climatique de l'année et par le mode d'exploitation « fauche-pâture »



Indicateurs de performances environnementales des essais systèmes « Automne (A) et Printemps (P) » 2011-2012 ; Une neutralité carbone dépendante de la production d'herbe

	Automne 2011	Printemps 2011	Automne 2012	Printemps 2012
En eq CO2				
EB par UGB	4909	4512	5005	4319
EN par UGB	3242	2258	-875	-1341
EB par SAU	5646	6092	5412	5797
EN par SAU	2761	2258	-700	-1333
EB par PBVV	14,3	14,7	16,4	16,8
EN par PBVV	9,4	7,3	-2,9	-5,2



# L'intensification du système fourrager est un déterminant des émissions de GES bruts et des consommations d'énergie par ha de SFP (et indirectement par UGB)

## Intensification Fourragère

-

+

Pâturage -  
Foin

Pâturage – Fauche  
précoce enrubannage

Pâturage – Fauche  
précoce ensilage

Pâturage – Fauche précoce  
– Maïs ensilage

-

Engrais N

+

-

Carburant

+



Par UGB :

≈ 10 unités d’N

≈ 30 litres de fuel

≈ 80 ares PP

≈ 325 kg vv / ha SFP



Par UGB :

≈ 25 unités d’N

≈ 68 litres de fuel

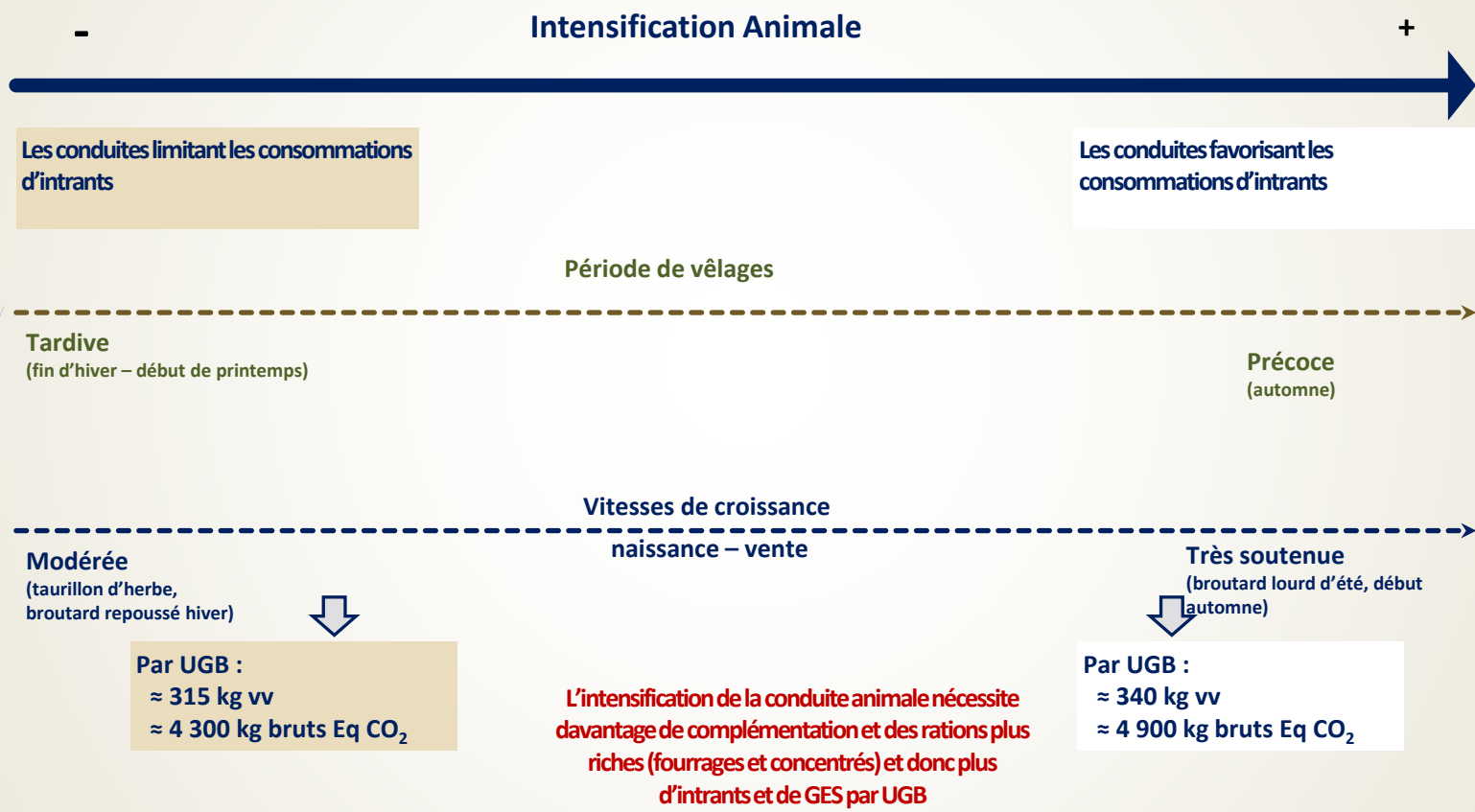
≈ 55 ares PP

≈ 385 kg vv / ha SFP



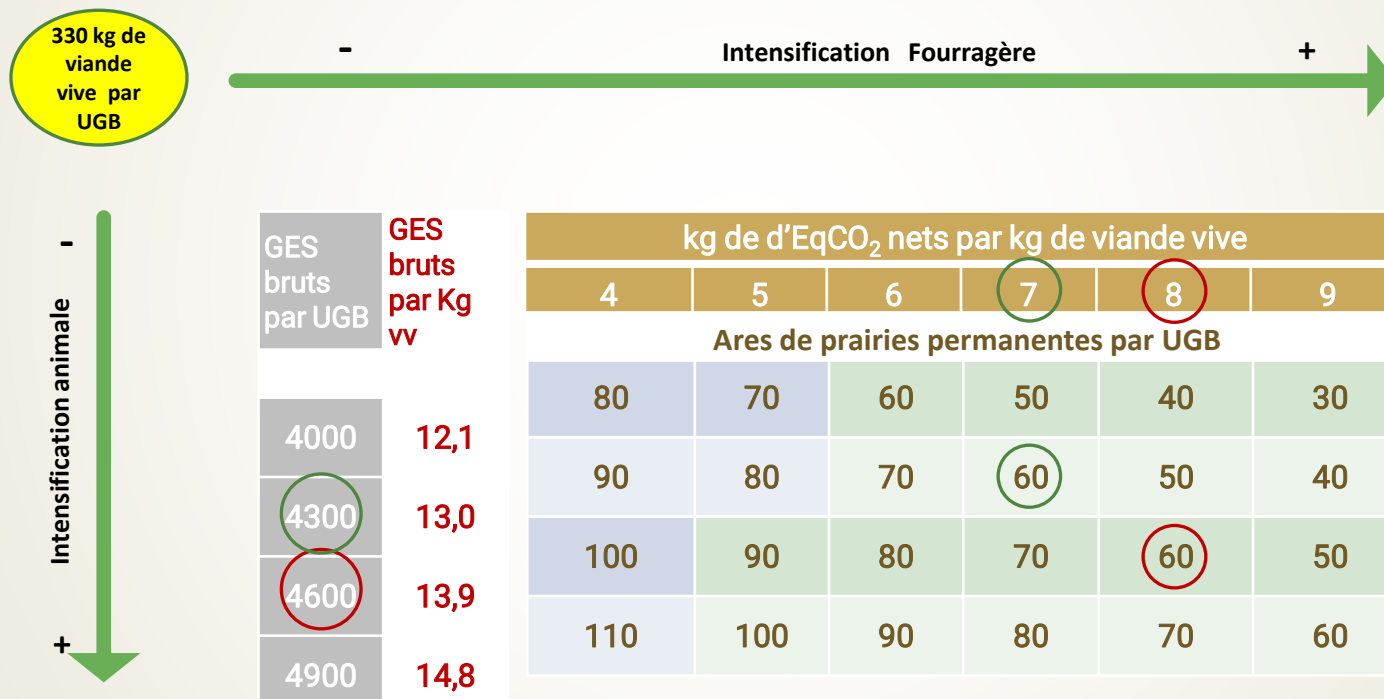


# Précocité des vêlages et accélération des rythmes de croissance caractérisent les conduites animales intensives



## La combinaison des trois facteurs est déterminante pour un compromis entre production et environnement

Pour une productivité maîtrisée en systèmes mâles maigres et femelles finies dans le bassin charolais



**60 ares de prairies permanentes + haie par UGB pour obtenir des émissions nettes à 7 kg CO<sub>2</sub> par kg VV**

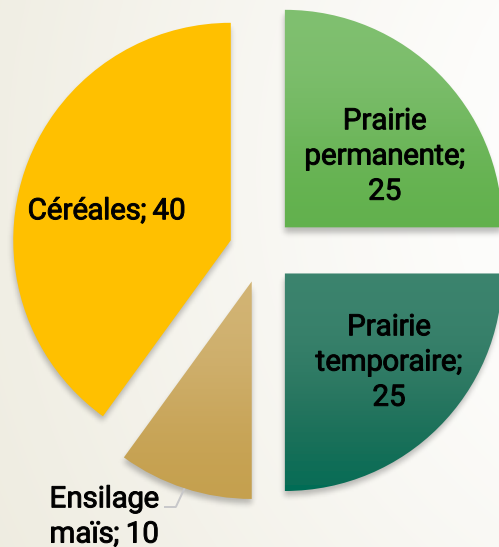
*La référence actuellement admise est de 760 kg de Carbone stockés par ha de prairies permanentes et par an soit 2 785 kg Eq CO<sub>2</sub>*



# Analyse comparée du devenir de la MOS et des émissions nettes GES pour deux systèmes d'exploitation

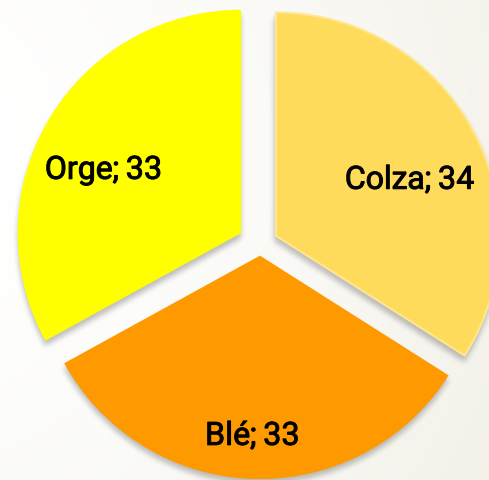
Polyculture élevage de 100 ha de SAU (SPElev)

80 UGB pâturant 6 mois sur 12



Grandes cultures de 100 ha de SAU (SGCult)

•50% paille enfouie



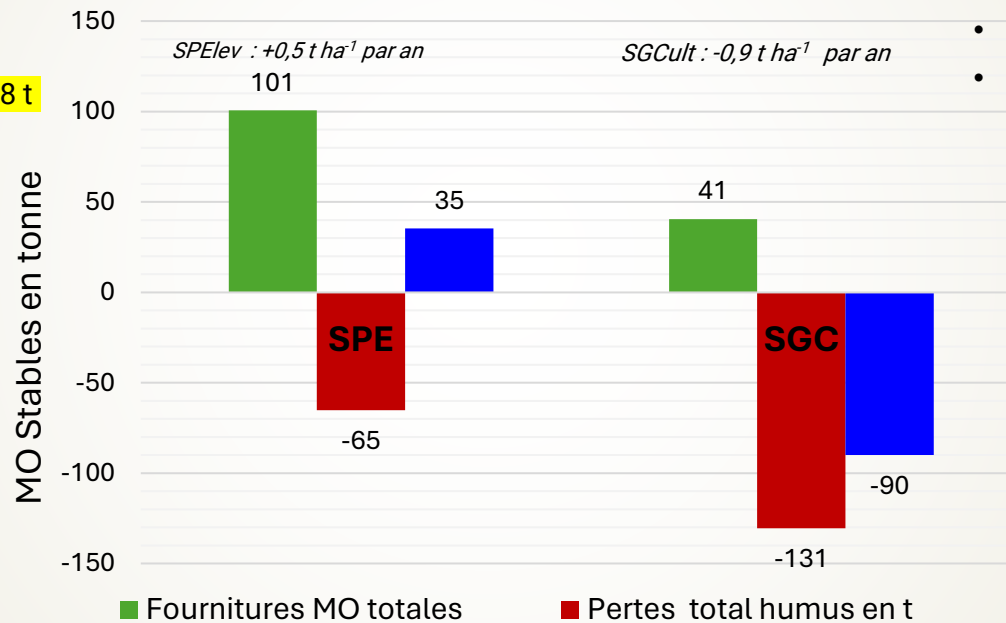
## Objectif maintenir des sols cultivés à 3% de MO et projection à 25 ans : Résultats du bilan humique (+) global exploitation

### Le SPElev 25 ans après

- + 0,4 % de matière organique
- Taux de MO à 3,4%
- **Stockage net de C + 6,8 t ha<sup>-1</sup>**

### Le SGCult 25 ans après

- - 0,7 % de matière organique
- Taux de MO à 2,3%
- **Destockage net C - 13 t ha<sup>-1</sup>**



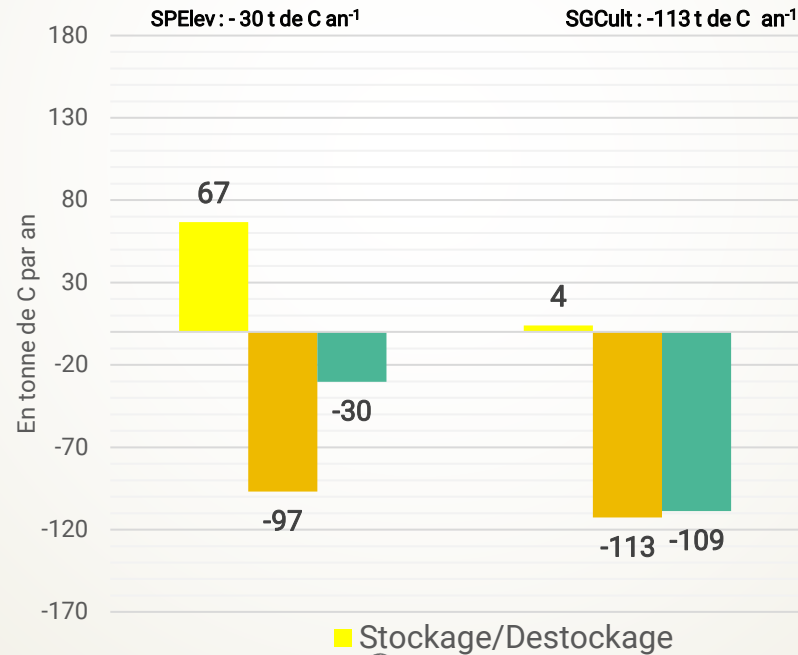
Entrées de MO système	MO Herbivores	MO Prairie temporaire	MO Pailles enfouies	MO Chaumes et Racines	MO CIPAN
SPElev	59,8	31,3	0,0	6,8	2,8
SGCult	0,0	0,0	22,5	13,5	4,5



## Les productions de lait et de viande sont une alternative aux atténuations des émissions de carbone plus efficace que le tout végétal !!!!!

### Système Polyculture élevage

	Ha	C	Total
Prairie permanente	25	1,5	38
Prairie temporaire	25	0,22	5
Ensilage maïs	10	0,22	2
Céréales	40	0,22	9
SBD	65	0,20	13
F&E	55	0,2	-13
UGB	80	1,2	-84







### Système Grandes cultures

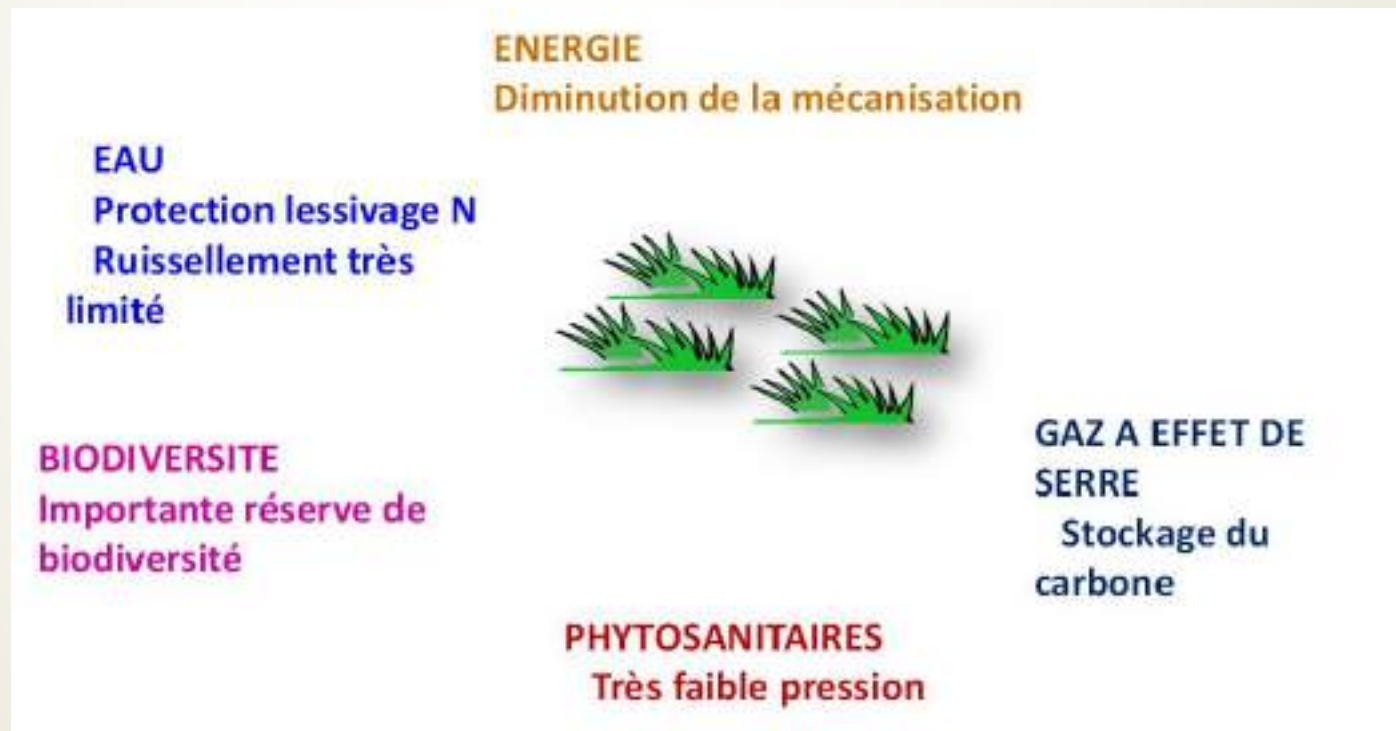
	ha	C	Total
Colza	34	- 0,52	- 18
Blé	33	- 0,52	- 17
Orge	33	- 0,52	- 17
SBD	100	0,04	4
F&E	100	0,64	- 64



## Éléments de discussion

-  Agir sur la MOS des sols en rotation avec les cultures
-  Agir sur la sélection génétique pour construire la VA de demain

-  Agir sur la relation animal prairie permanente, temporaire et ses composantes arborées et arbustives
-  Privilégier les approches systèmes



# Vos questions



# Sondage / Discussion

- besoins d'approfondissements
- thématique de travail pour l'émergence de projet pour le Massif central







**PRÉFÈTE  
COORDONNATRICE  
DU MASSIF CENTRAL**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

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

24PMA001



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

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Cluster

## HERBE

MASSIF CENTRAL

Le comité de pilotage du Cluster Herbe



**INRAE**



Nous vous remercions de votre participation

