



ANALYSER SON EMPREINTE CARBONE LAIT : diagnostic et situation

Daniel Flohic, conseiller bovins lait

Floriane Bouard, conseillère climat-carbone

18 février 2025

chambres-agriculture-bretagne.fr



Tour de table

- Description ferme
- Comment voyez-vous le changement climatique sur la ferme ?
- Ce qui vous a marqué avec les résultats de votre diagnostic
- Attentes pour cette formation



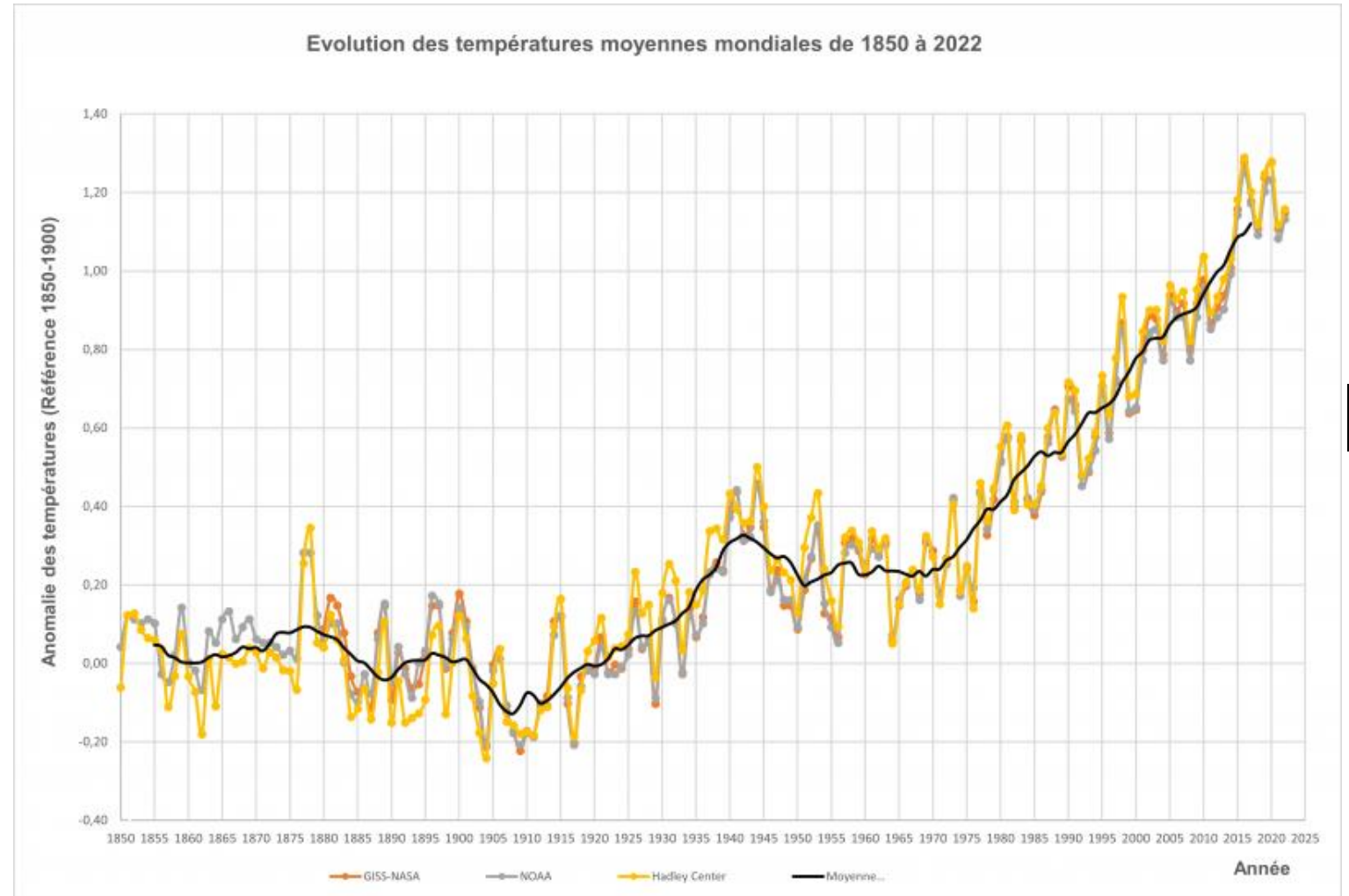
Programme de la journée

- Contexte et enjeux du changement climatique pour l'agriculture
- Le projet Carbon Dairy et quelques références
- L'empreinte carbone de vos exploitations
- Les leviers d'amélioration de l'empreinte carbone
- Quel plan d'action sur mon exploitation ?
- Le marché du carbone et son fonctionnement



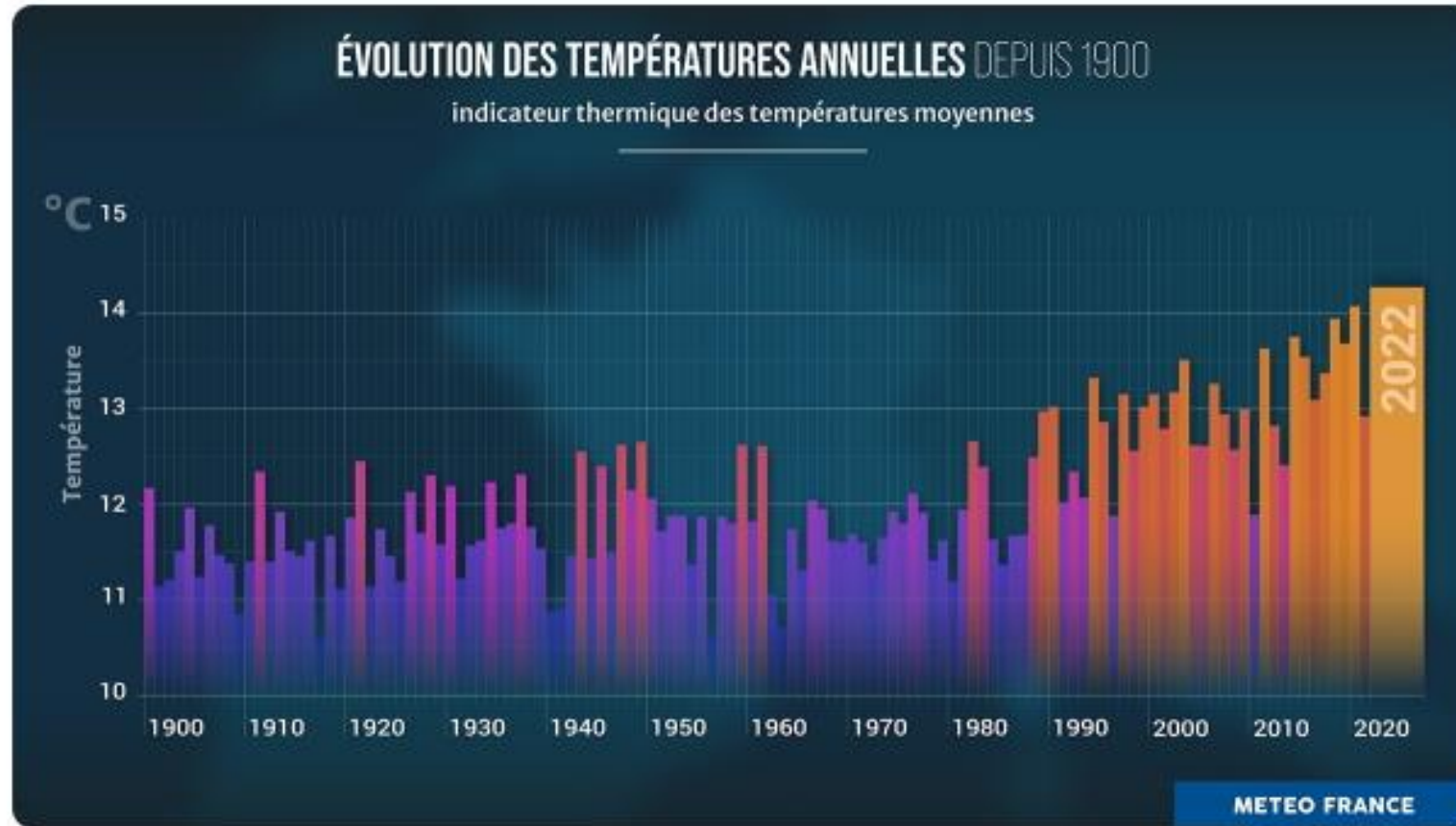
➤ Ce que l'on observe dans le monde

- Hausse des températures moyennes mondiales
- Accentuation du réchauffement



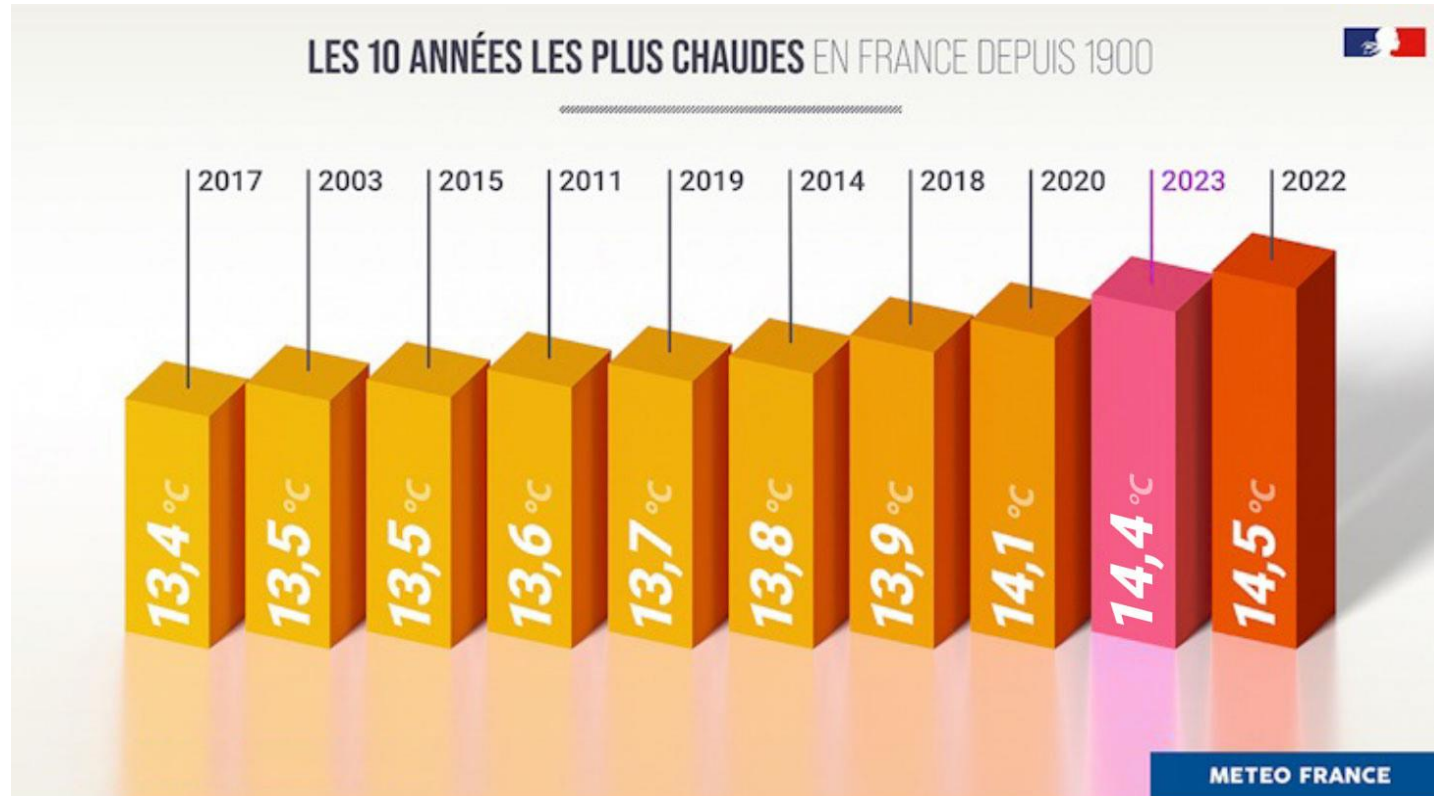
Crédits : NOAA - NASA - UKMet / Traitement ONERC

Ce que l'on observe en France



- Hausse des températures moyennes en France **depuis 1900 : +1,7°C**
- Accentuation du réchauffement

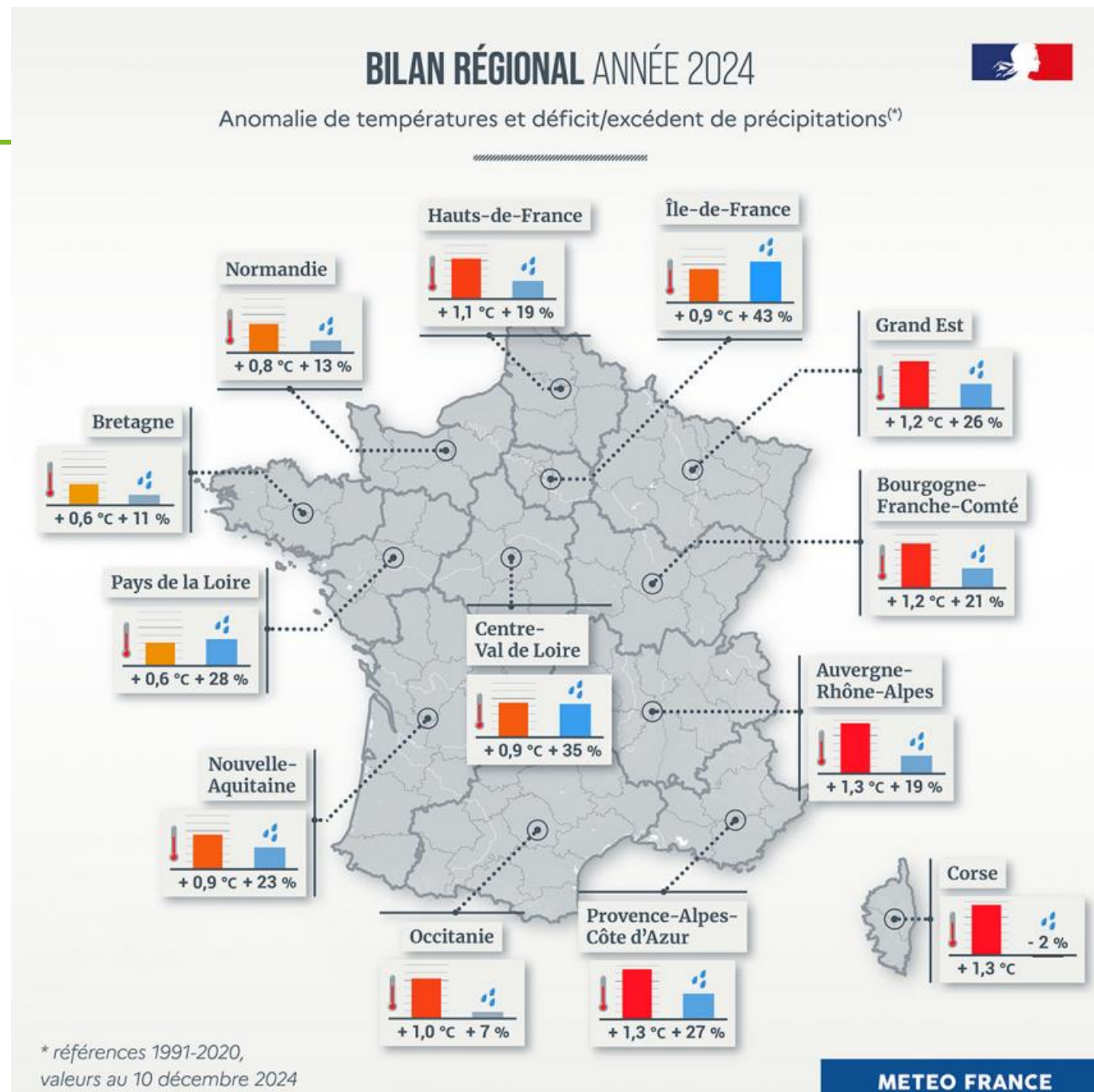
Ce que l'on observe en France



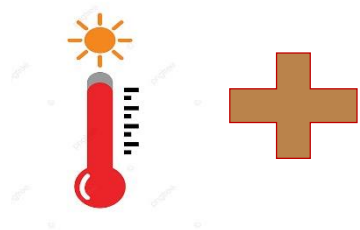
2022 = année la plus chaude jamais enregistrée en France depuis le début des relevés 1900 !

Ce que l'on observe en région

- En Bretagne en 2023
 - +1.2°C
 - +8% précipitations
- Anomalies de températures positives sur toute la France



Quel impact du changement climatique ?



1,7 °C de la température moyenne en Bretagne entre 1960 et 2017 (source : ORACLE, 2020)

Avec de multiples conséquences :



Hausse des événements extrêmes (Tempête 2020 Alex, Ciaran et Domingos 2023)



Élévation du niveau des océans et acidification



Augmentation des précipitations mais irrégulières sur l'année

Impacts sur l'élevage et les fourrages



Des dates de récolte du maïs plus précoces



Une trésorerie fourragère de + en + fluctuante

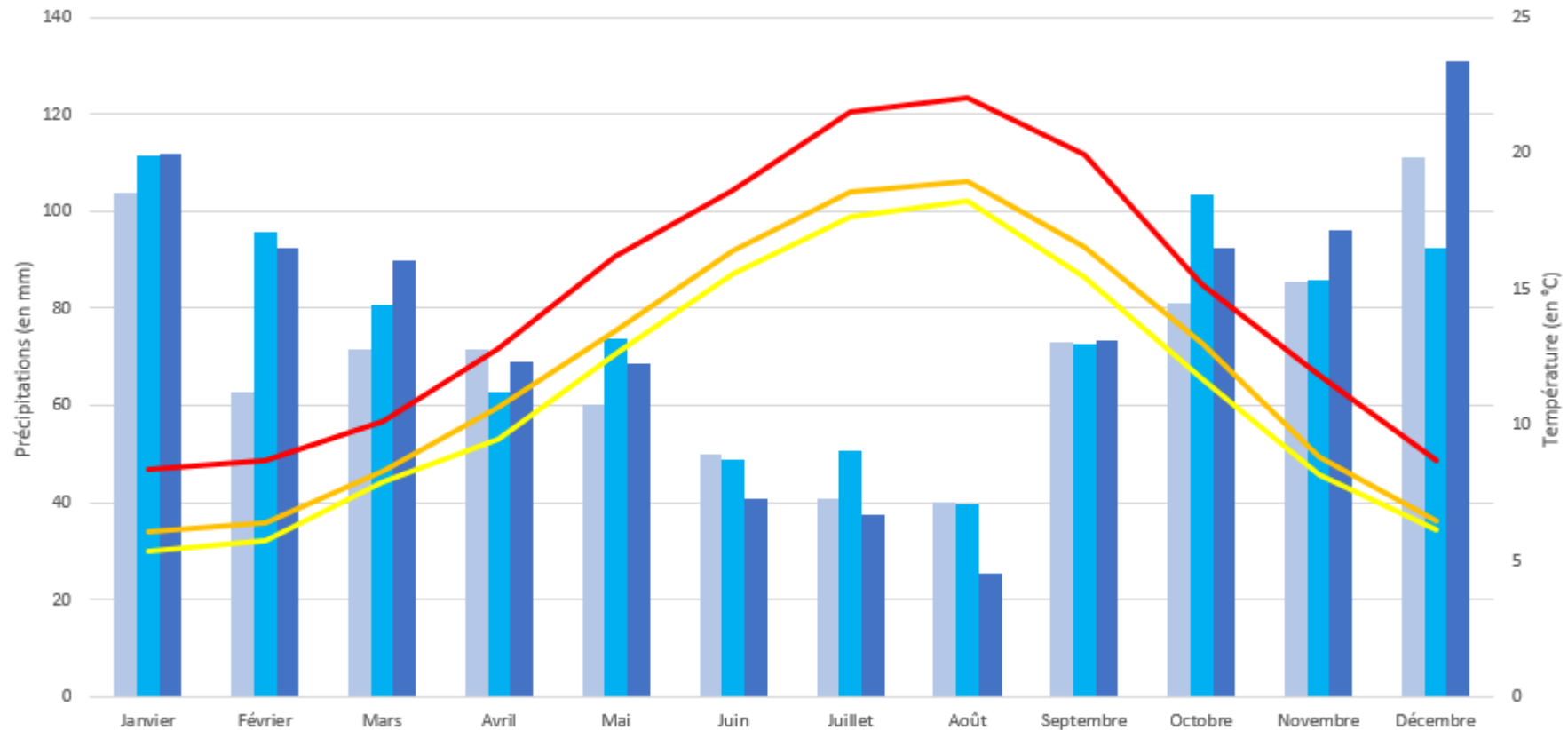


Stress thermique des animaux

S'adapter au changement climatique, une nécessité pour les élevages

Scénario « Laisser-Faire » = tendance

Et pour demain ? (Le Sourn 56)



Cumuls de précipitations et températures moyennes mensuelles

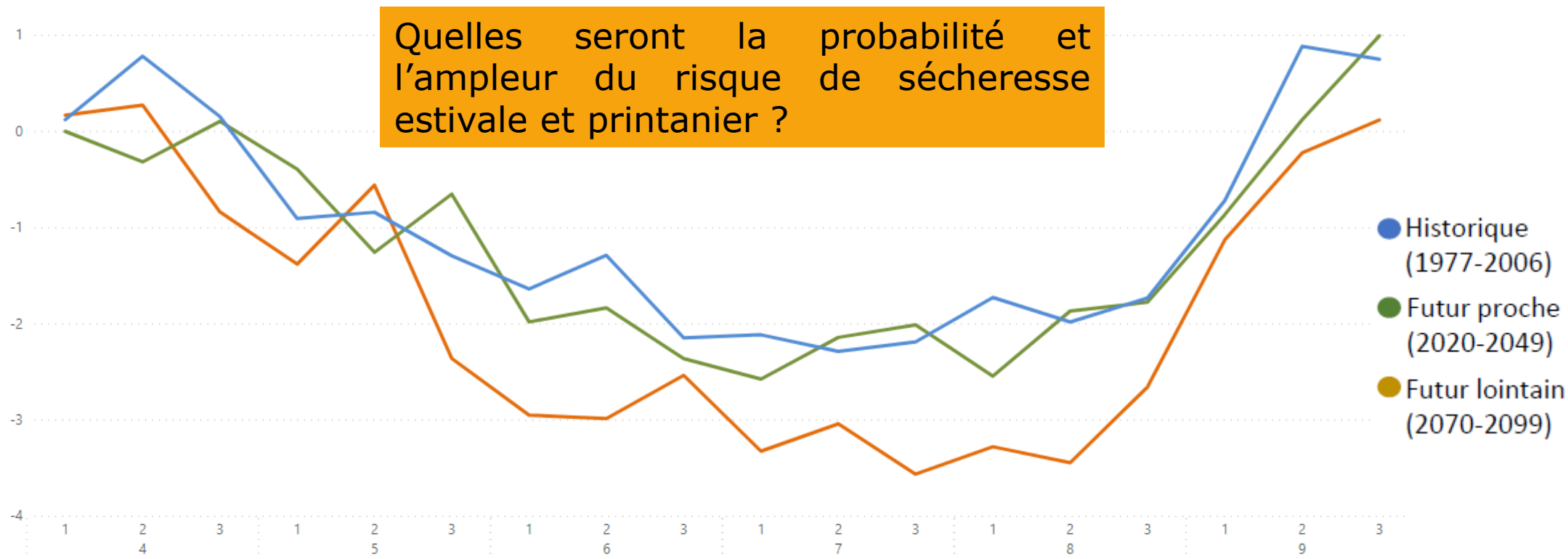
historique - Somme de Précipitation moyenne (en mm) historique - Somme de Température moyenne (en °C)
futur proche - Somme de Précipitation moyenne (en mm) futur proche - Somme de Température moyenne (en °C)
futur lointain - Somme de Précipitation moyenne (en mm) futur lointain - Somme de Température moyenne (en °C)

Laisser-Faire



Risque de sécheresse

Commune de Le Sourn



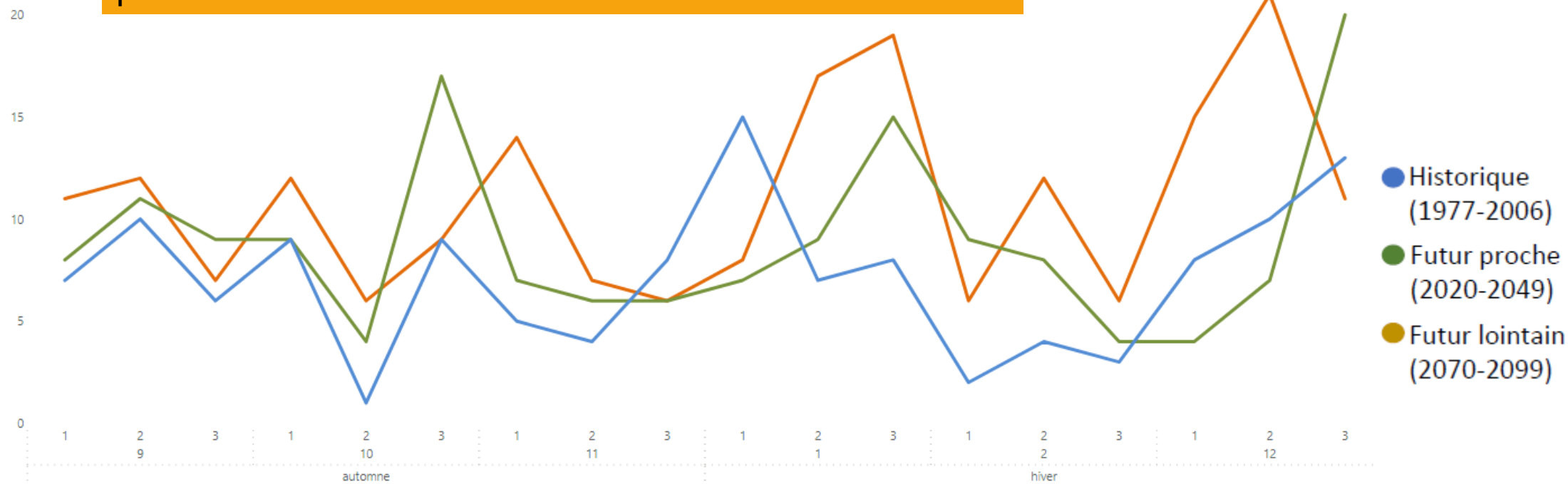
Bilan hydrique printanier et estival (avril à sept) en mm/j
(pluie – évapotranspiration)

Bilan hydrique de + en + négatif



Commune de Le Sourn

Quelle sera la fréquence de jours de forte pluie pouvant affecter les sols et les cultures ?



Nombre de jours de pluie > 20 mm/jour

**Augmentation des fortes pluies :
impact pratique (accès) et
physiologique (asphyxie)**

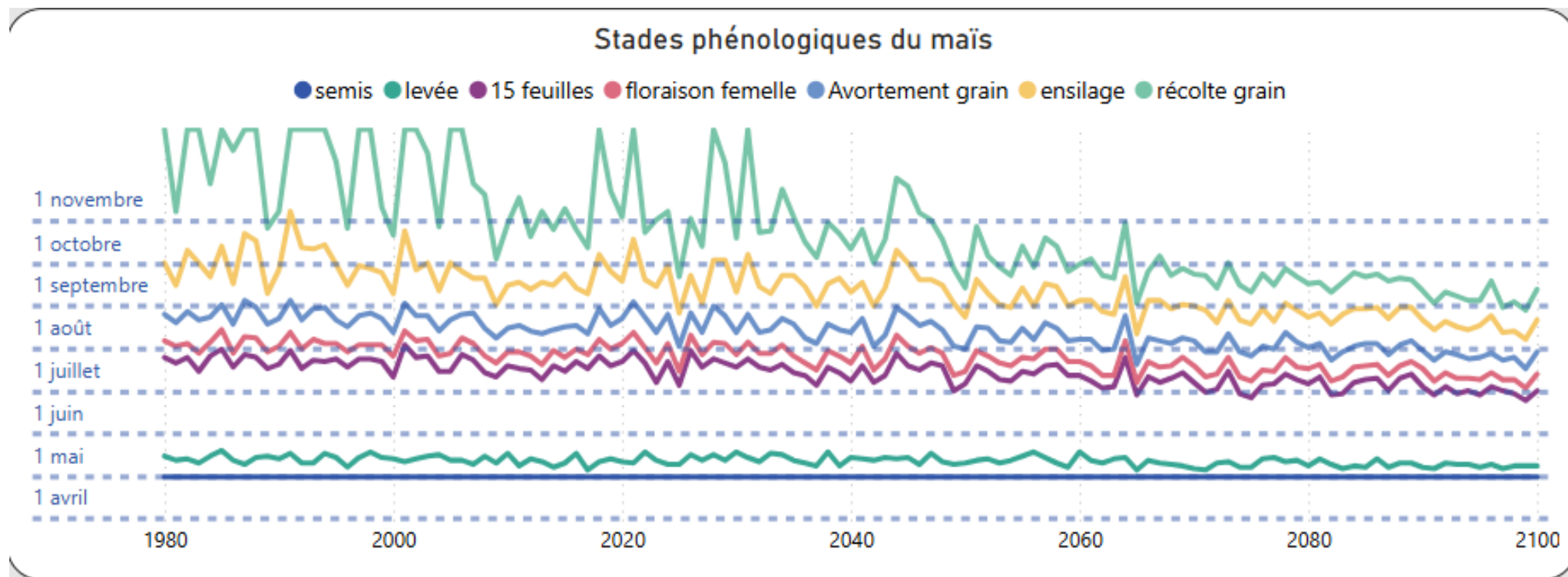


Valorisation des prairies

<https://idele.fr/detail-article/impacts-du-climat-sur-les-fourrages-dans-le-grand-ouest>



Dans quelle mesure le changement climatique influencera-t-il la précocité de la floraison du maïs ?

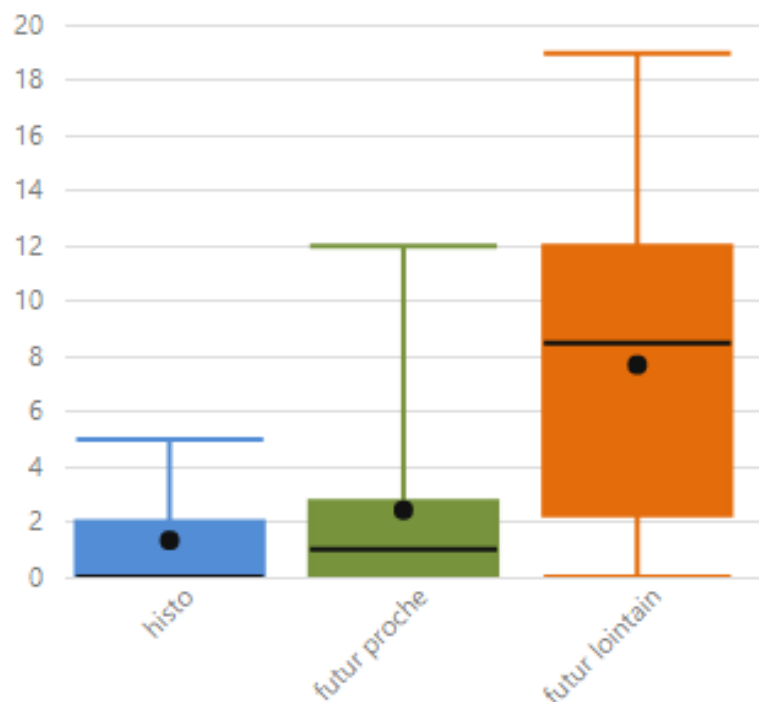


Date d'atteinte de stades d'un maïs demi-précoce, semé au 30 avril

Raccourcissement du cycle du maïs



Comment évoluera le nombre de jours de fortes chaleurs pouvant affecter le rendement du maïs ?



Au-delà de 30 °C, le développement du maïs est ralenti : la culture est en condition de stress thermique !

Nombre de jours estivaux où la température maximale est supérieure à 30°C
(variété demi-précoce)

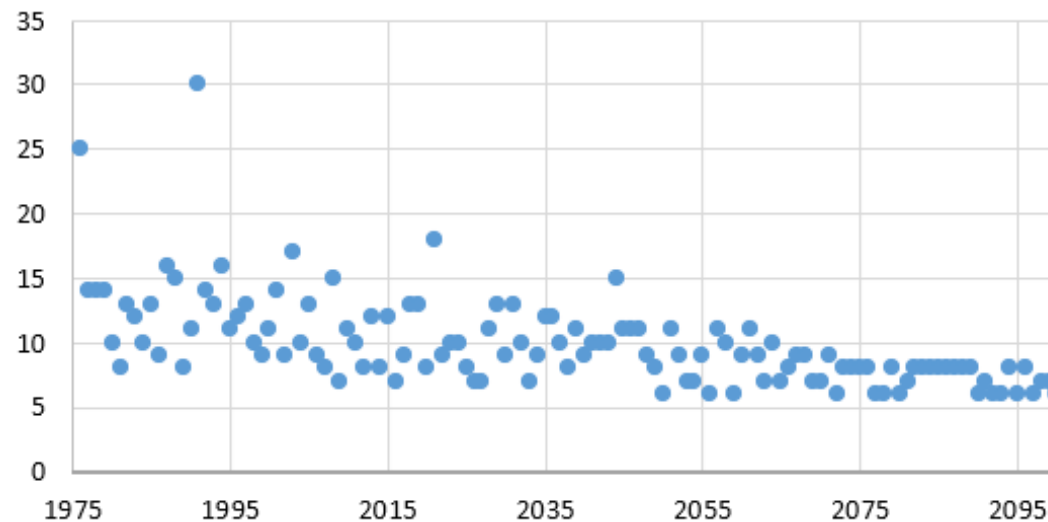
Augmentation du nombre de jours de stress thermique



Le changement climatique: quelles conséquences sur les fourrages?

LA PERIODE OPTIMALE DE RECOLTES

[Semis 15/04, variétés SC] Durée de la période optimale de récolte

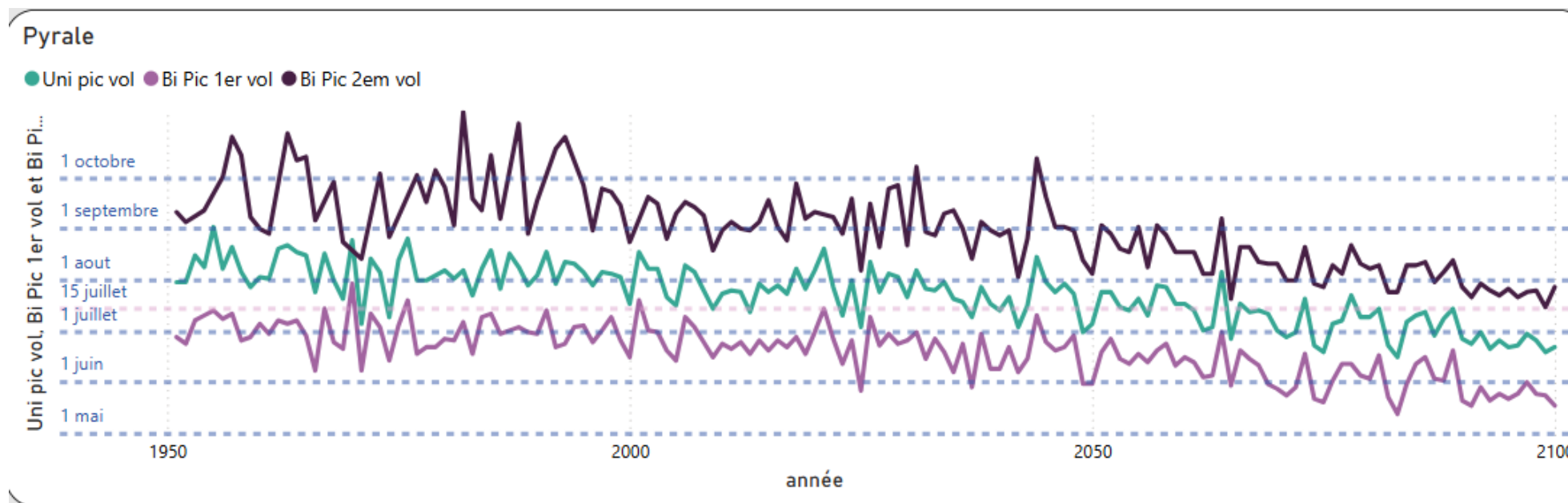


CNRM Aladin
RCP8.5

Nombre de jours entre les stades 30 et 35%MS (période conseillée pour la récolte).



Les changements climatiques modifieront-ils les dates de vol de la pyrale du maïs avec apparition d'un second vol ?

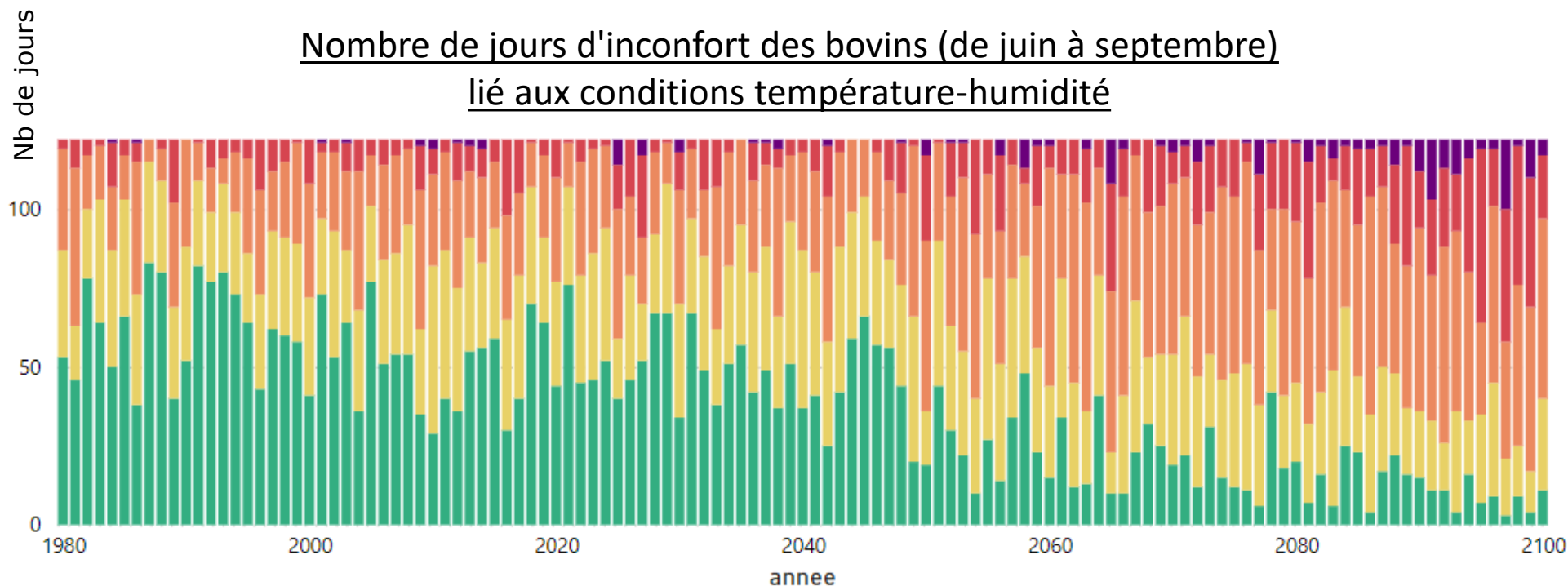


Evolution des dates de vol de la pyrale du maïs

- **Pic 1^{er} vol atteint de plus en plus tôt (mi-mai en 2100)**
- **Pic 2^e vol atteint au 15 juillet en 2100**



Dans quelle mesure le changement climatique influencera-t-il le risque d'inconfort des troupeaux ?



ITH
(Indice
Température
Humidité)

- Pas de stress (<68)
- Stress léger (68 à 72)
- Stress modéré (72 à 78)
- Stress sévère (78 à 84)
- Stress majeur (>84)

➤ Les enjeux pour l'agriculture

Agriculture et GES

Monde : 14 % GES
France : 20 % GES

1. réduction GES /énergie
2. stockage de C
3. bioénergies/biomatériaux

Impacts climat agriculture

Le climat se modifie:
s'adapter et anticiper (T°, parasites, tensions sur les ressources...)

Atténuation

combat les causes profondes du changement climatique en diminuant les émissions de GES et en multipliant les puits de carbone.



...Atténuation et adaptation peuvent et doivent être mises en œuvre ensemble.

Adaptation

permet aux systèmes agricoles de mieux résister aux répercussions du changement climatique.

Qu'est ce que l'effet de serre ?

Comment ça marche ?

Quand la terre est éclairée par le soleil, sa surface réémet vers l'espace une partie du rayonnement qu'elle a reçue.

Un mécanisme naturel....

... qui s'emballe !

=> réchauffement climatique

Pourquoi ?

Parce que, du fait de l'activité économique, les GES émis retiennent une partie de ce rayonnement émis par la terre et la lui renvoie ; c'est ce qui contribue au réchauffement climatique.

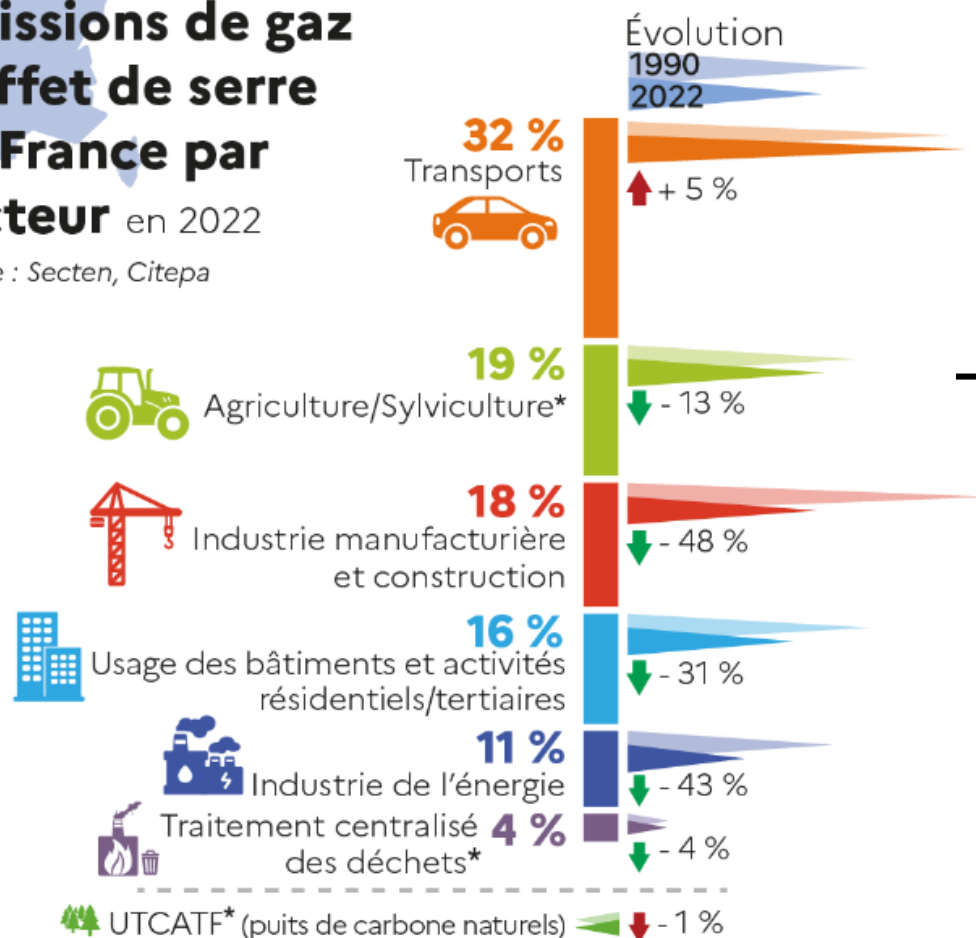


Crédits : Meem/Dicom

➤ Agriculture et émissions de gaz à effet de serre

Émissions de gaz à effet de serre en France par secteur en 2022

Source : Secten, Citepa



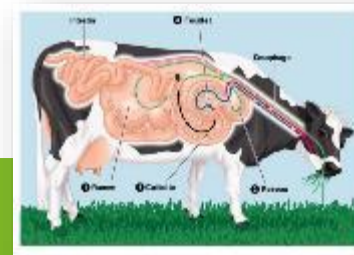
- Dont Elevage = 14 %
- Dont Ruminants = 10 %
- Dont Bovins = 9 %
- Dont Bovins lait = 5 %

* Les valeurs 2021 sont utilisées pour 2022

3 GES en élevage bovin lait

Le méthane (CH_4)

* 25



Le protoxyde d'azote (N_2O)

* 298



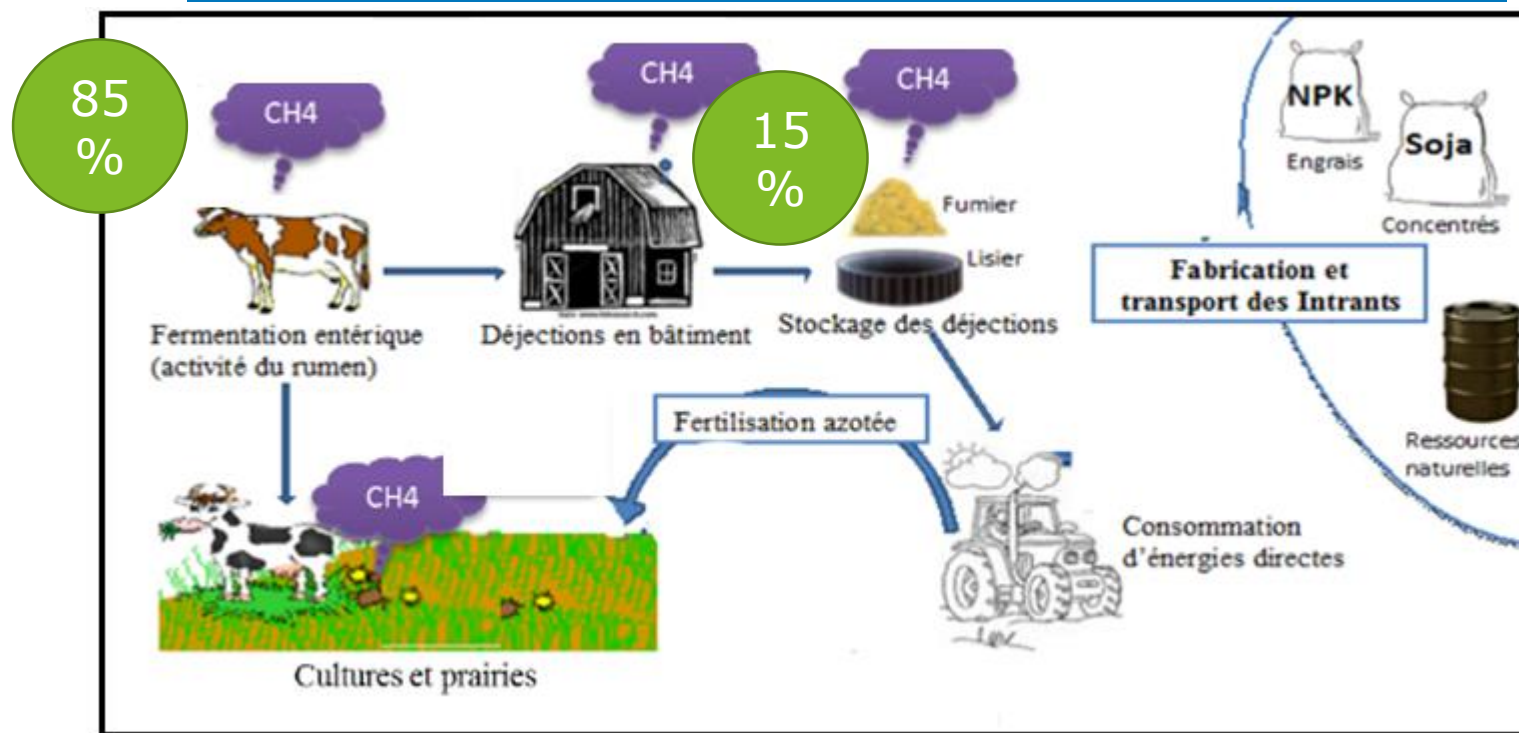
Le dioxyde de carbone (CO_2)

* 1



Les postes d'émissions de CH₄

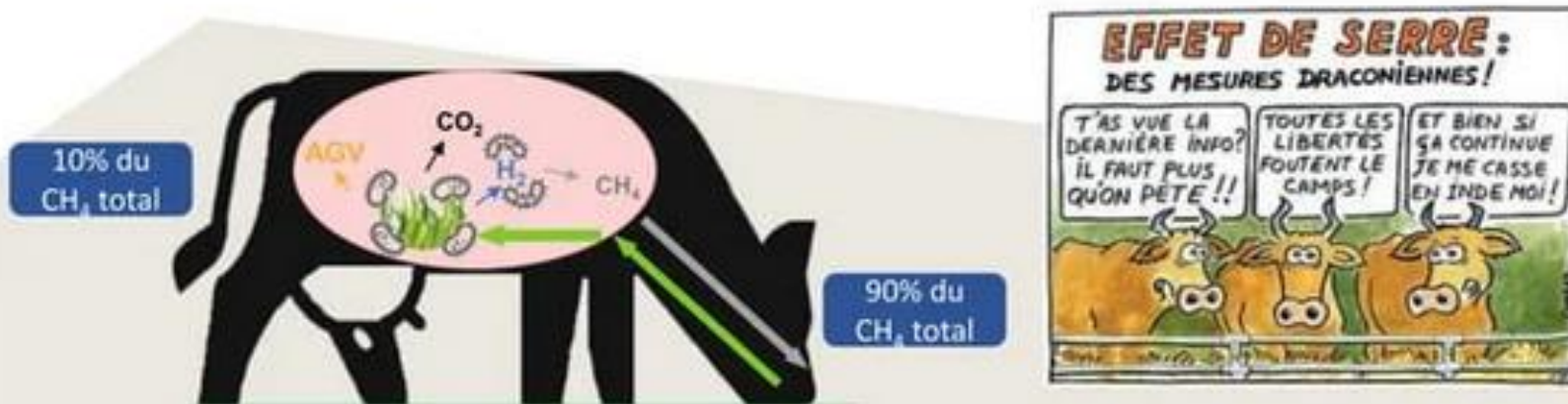
4 postes = animaux (fermentation entérique) / bâtiment / stockage / pâturage



La production de méthane entérique

CAP'2ER®

Comment les vaches produisent-elles du méthane ?



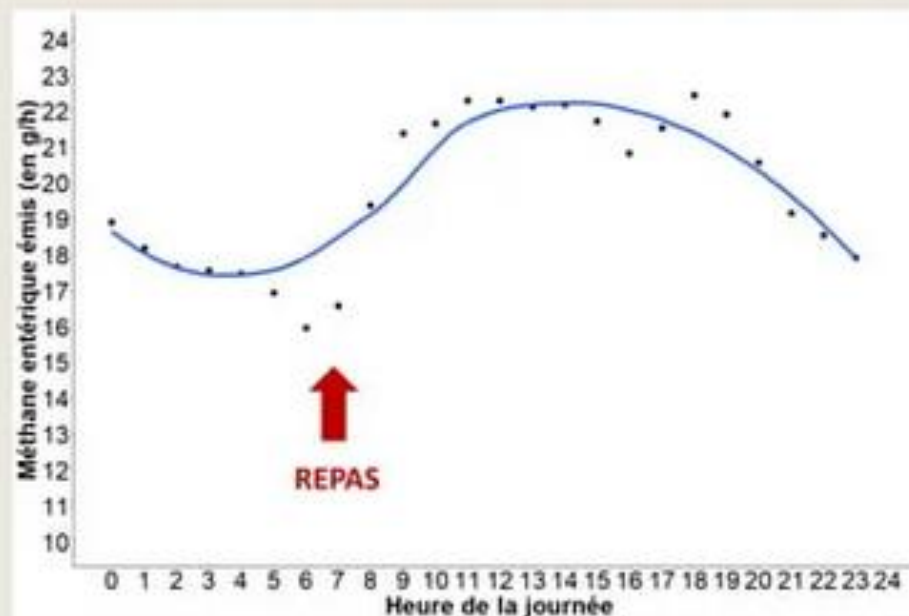
- Les fourrages et concentrés sont dégradés en acides gras volatils (AGV) par des micro-organismes fermentatifs présents dans le rumen
- Une partie de l'hydrogène (H_2) produit durant les fermentations est converti en méthane par d'autres microorganismes : les Archées méthanogènes

➤ La production de méthane entérique

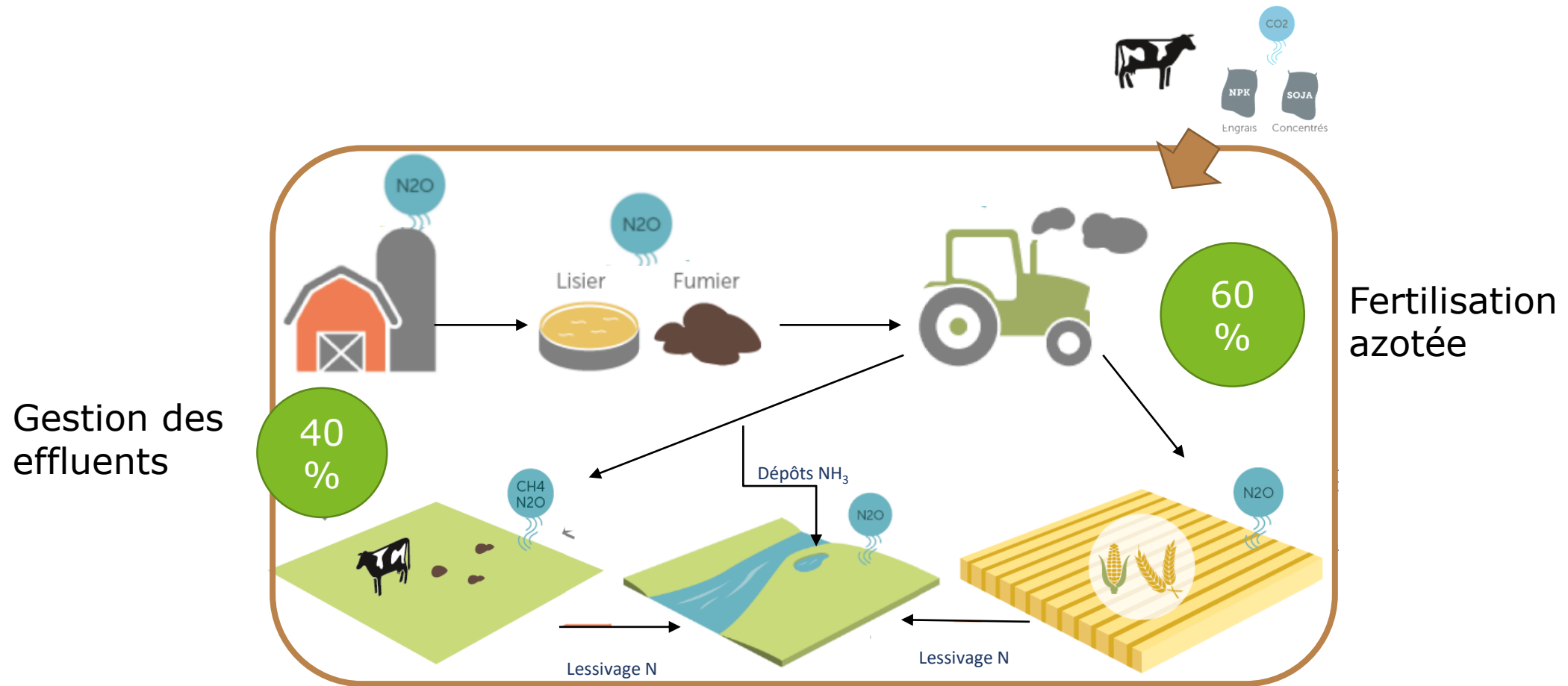
CAP'2ER

Comment les vaches produisent-elles du méthane ?

- Des émissions différentes au cours de la journée, en lien avec les repas

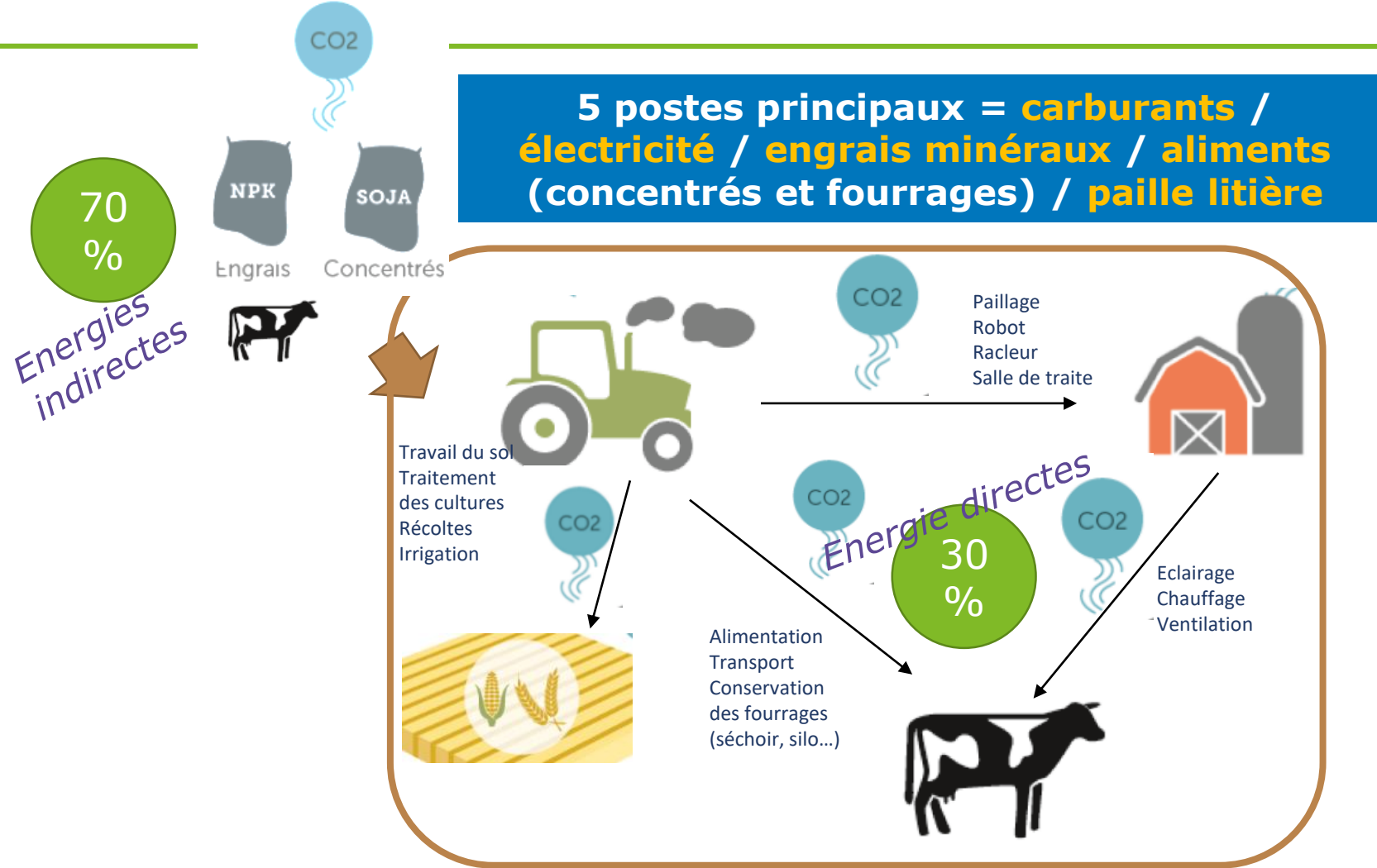


Les postes d'émissions de N₂O



5 postes = bâtiment / stockage / pâturage / fertilisation / sol (retournement des prairies, enfouissement des résidus de culture, lessivage de l'azote et retombée de l'ammoniac)

Les postes d'émissions de CO₂





Question :

Agriculture et stockage carbone

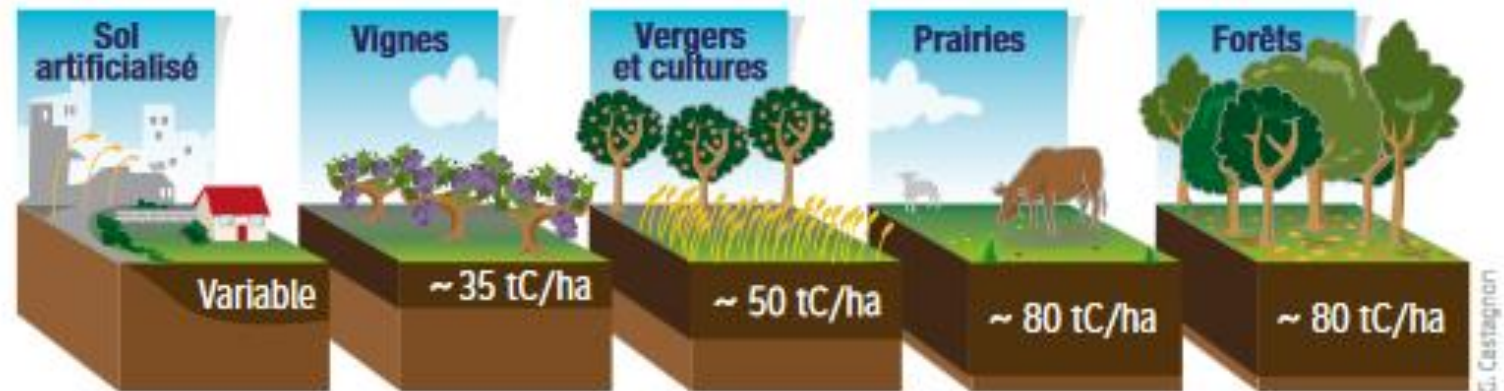
L'agriculture stocke du carbone. Ce carbone est principalement stocké dans les sols et dans une moindre mesure dans la biomasse aérienne.

Vrai / faux ?

Agriculture et stockage carbone

- L'agriculture stocke du carbone. Ce carbone est principalement stocké dans les sols et dans une moindre mesure dans la biomasse aérienne. Grâce à la photosynthèse !
- VRAI

■ Variation des stocks de carbone organique selon l'affectation des sols en France



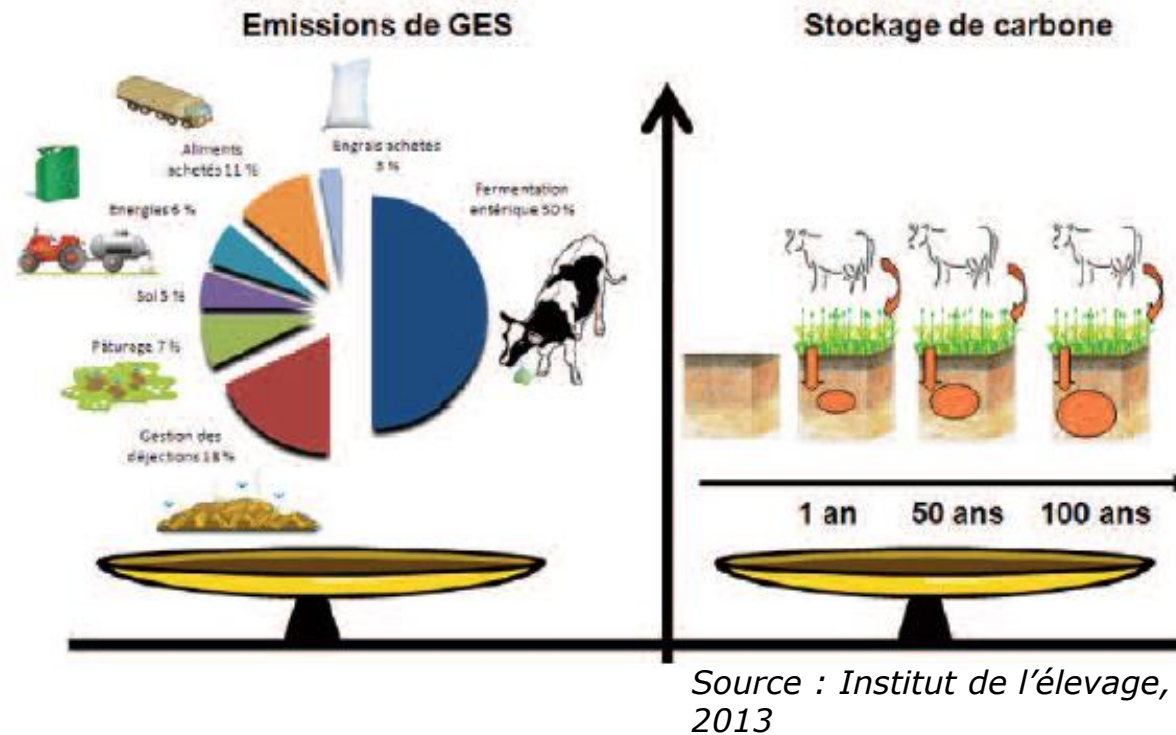
XX Estimation du stock de carbone dans les 30 premiers centimètres du sol

source GIS sol

1 tC stockée = 3,67 t éq CO₂

Les systèmes polyculture-élevage bovin stockent entre **60 et 120 kg C supplémentaires/ha/an pour les prairies permanentes**

Le stockage de carbone face aux émissions de GES en élevage bovin



Compensation de 5 à 40% des émissions de GES

- Préserver le stock de carbone
- Augmenter le stock de carbone

Stockage de carbone

- Stockage de carbone
 - rotation (durée prairies – cultures)
 - place de l’herbe et du bocage

Equivalence de stockage de carbone	Kg Carbone/an
Prairies Temporaires ha	80
Prairies Permanentes ha	570
100 ml de haies	125
Cultures fourragères	- 160

Exemples de rotation :

$$1 \text{ tC stockée} = 3,67 \text{ t éq CO}_2$$

Prairie temporaire 5 ans – culture – culture :

$80 \text{ kg C/ha} \times 5 \text{ ans} - 160 \text{ kg C/ha} - 160 \text{ kg C/ha} = + 80 \text{ kg C/ha}$ stocké sur 7 ans, soit 294 kg CO₂/ha sur 7 ans

Prairie temporaire 3 ans – culture – culture - culture :

$80 \text{ kg C/ha} \times 3 \text{ ans} - 160 \text{ kg C/ha} - 160 \text{ kg C/ha} - 160 \text{ kg C/ha} = - 240 \text{ kg C/ha}$ -> je déstocke 240 kg C/ha sur 5 ans

Mais j’ai 200 ml de haies : $125 \text{ kg C/100 ml} \times 2 \times 5 \text{ ans de rotation} = 1250 \text{ kg C sur 5 ans}$, stocké grâce à mes haies, soit 4.5 Teq CO₂ sur 5 ans

➤ Les contributions positives de l'élevage

▪ La contribution au maintien de la biodiversité :

- Les prairies permanentes
- Les haies
- Les arbres, bosquets...
- Les bandes enherbées
- Les fossés, cours d'eau
- Les murets
- Etc...



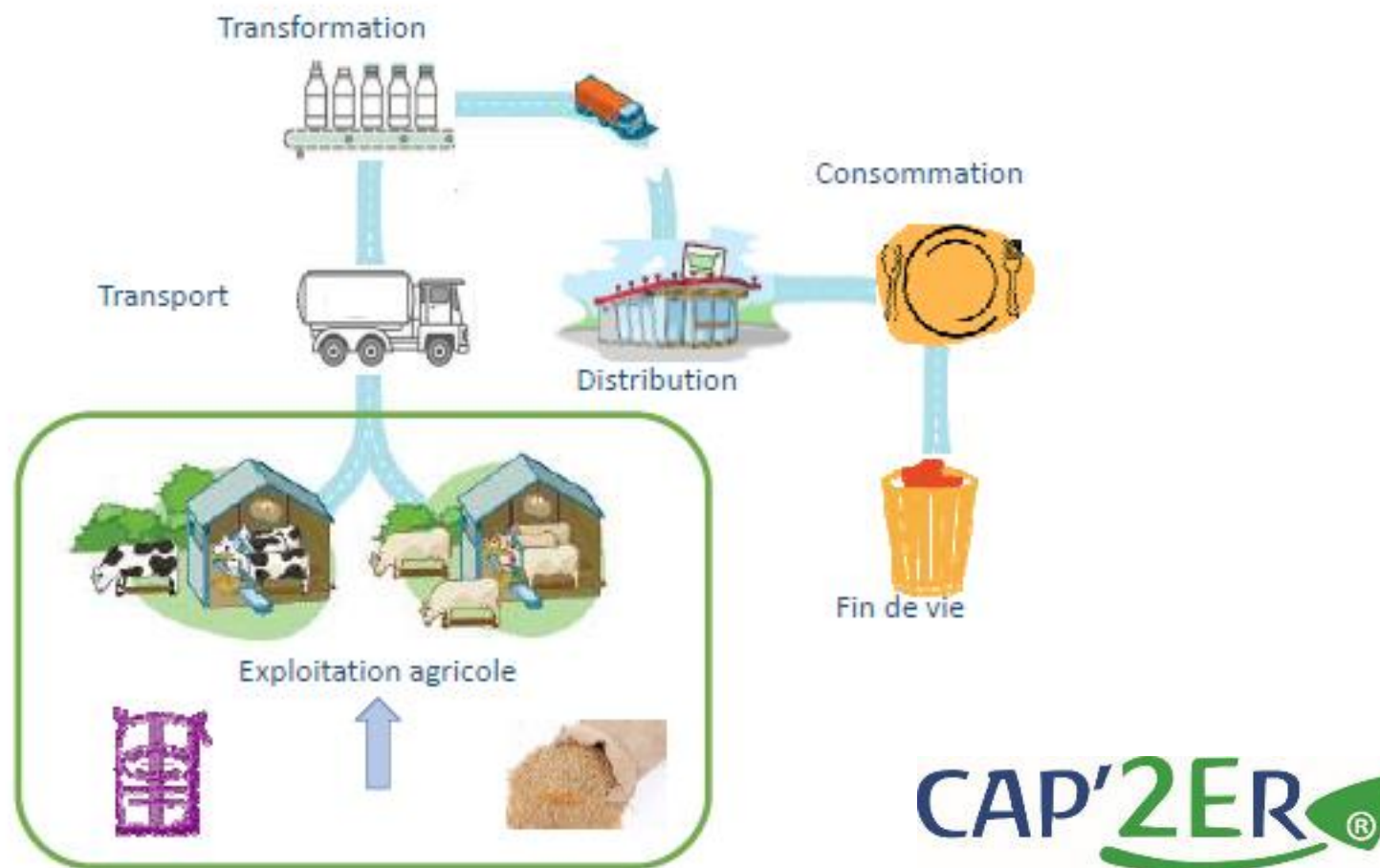
Les contributions positives de l'élevage

▪ Le potentiel nourricier :

- Définition : c'est le nombre potentiel de personnes nourries par l'exploitation
- Calcul basé sur 3 indicateurs (on retient le meilleur des 3) :
 - Énergie
 - Protéines
 - Protéines végétales
- Performance nourricière : c'est le différentiel entre l'énergie ou protéines contenues dans les matières premières vendues et celles qui sont achetées
- Les matières auto consommées ne sont pas comptabilisées

➤ L'analyse du cycle de vie en élevage

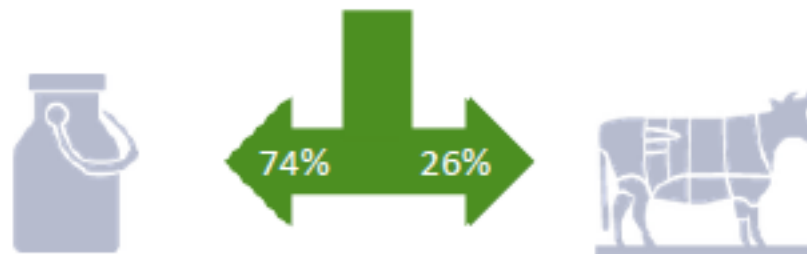
- Partie amont de la filière : « du berceau au portail de la ferme » : soit 90% de l'impact total.



➤ Expression des indicateurs environnementaux finaux

- **Ramené à l'hectare pour les indicateurs environnementaux en lien avec les surfaces** (qualité de l'eau, de l'air et biodiversité)
- **Ramené à une unité de production pour les indicateurs en lien avec la production (GES, énergies):** litre de lait corrigé vendu, kg de viande vive produite
- **Cas des ateliers laitiers avec 2 produits**
 - Allocation par phase de production

48



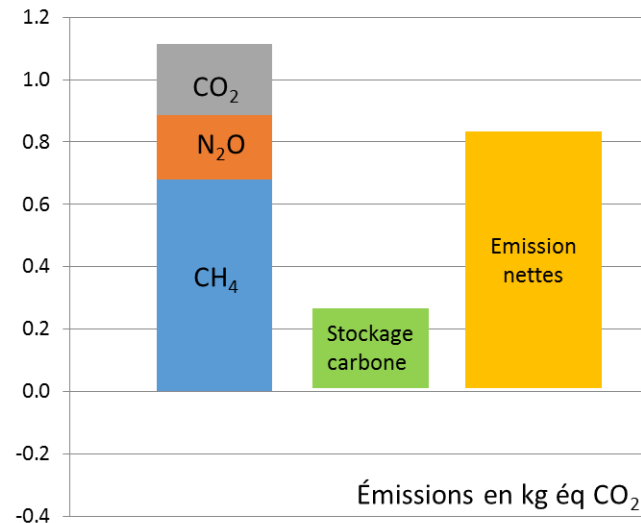
CAP'2ER®

➤ L'empreinte carbone du lait

▪ Deux types de résultats à analyser :

- Les émissions brutes
- Les émissions nettes = Empreinte carbone
- En kg éq CO₂

Echelle d'étude: bovins
lait + SFP + cultures
autoconsommées



Empreinte
carbone du
litre de lait

Empreinte
carbone du
kg de
viande

➤ Etat des lieux du programme CARBON DAIRY



- Emissions de gaz à effet de serre et contributions positives des élevages laitiers

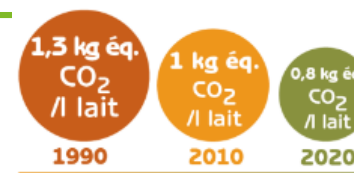
50

Avec le soutien financier de :



Le projet LIFE Carbon Dairy

**Sensibiliser les éleveurs et
Réduire l'empreinte carbone du lait de 20 %
d'ici 10 ans**



- 14 partenaires
- 5 ans : 2013 - 2018
- 6 régions
- 1 outil 
- 210 conseillers formés

Avec le soutien financier
de la Communauté
Européenne et les fonds
CASDAR



- 3 960 éleveurs impliqués
 - Dont 10 fermes innovantes/région

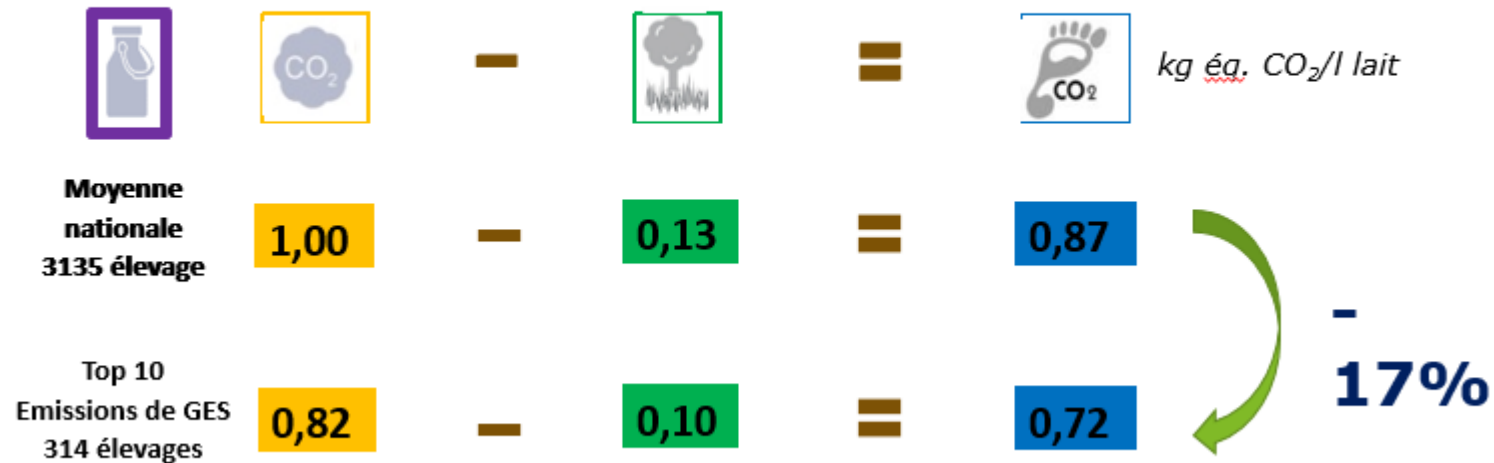




Etat des lieux de l'empreinte carbone nette du lait - 2016



Emissions brutes de GES - Stockage de carbone = Empreinte carbone nette

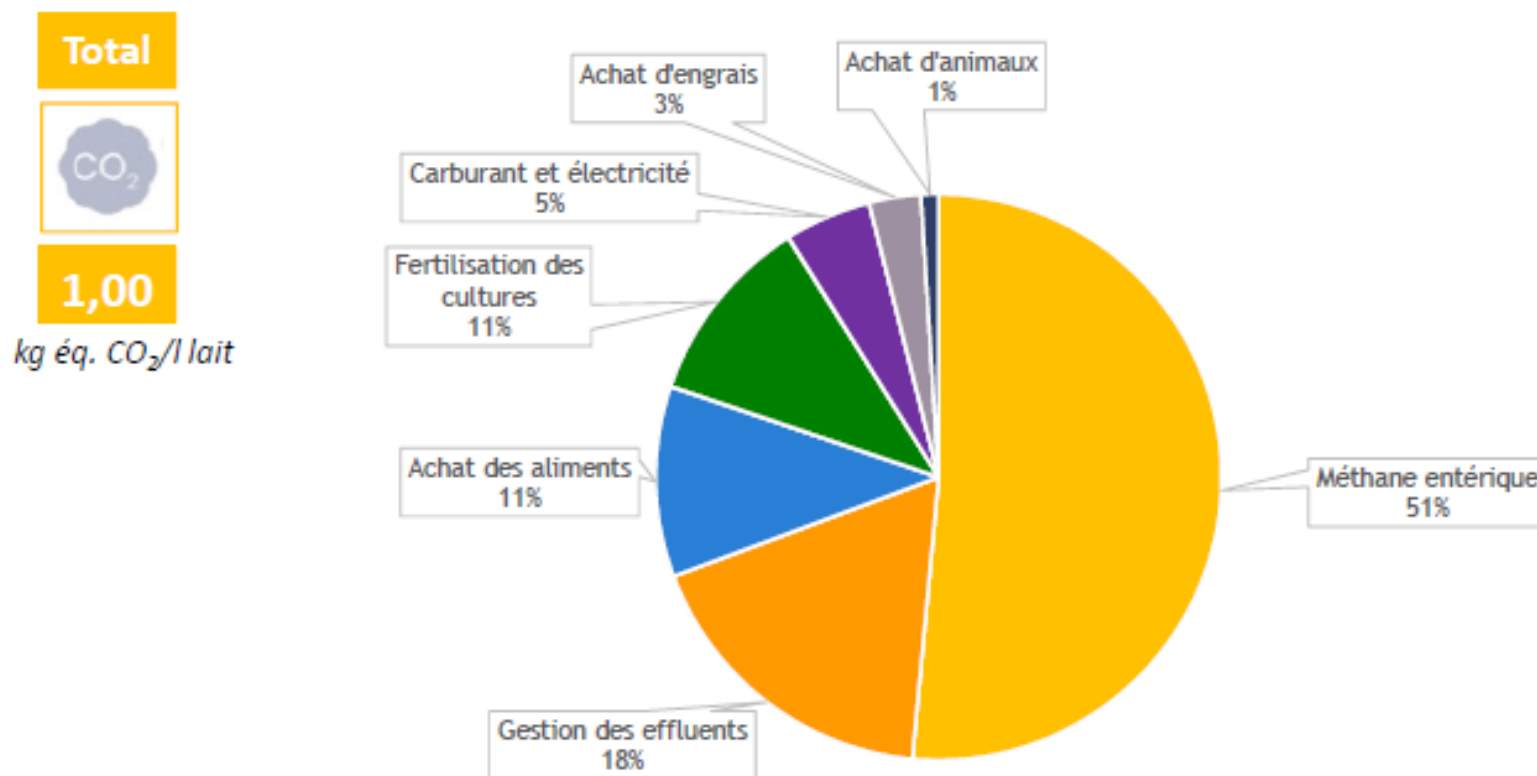


52

- Une meilleure empreinte carbone nette principalement liée à la réduction des émissions de GES



Répartition des émissions de GES en 2016 (kg eq. CO₂/L lait)



53

- La fermentation entérique représente plus de 50% des émissions totales de GES.

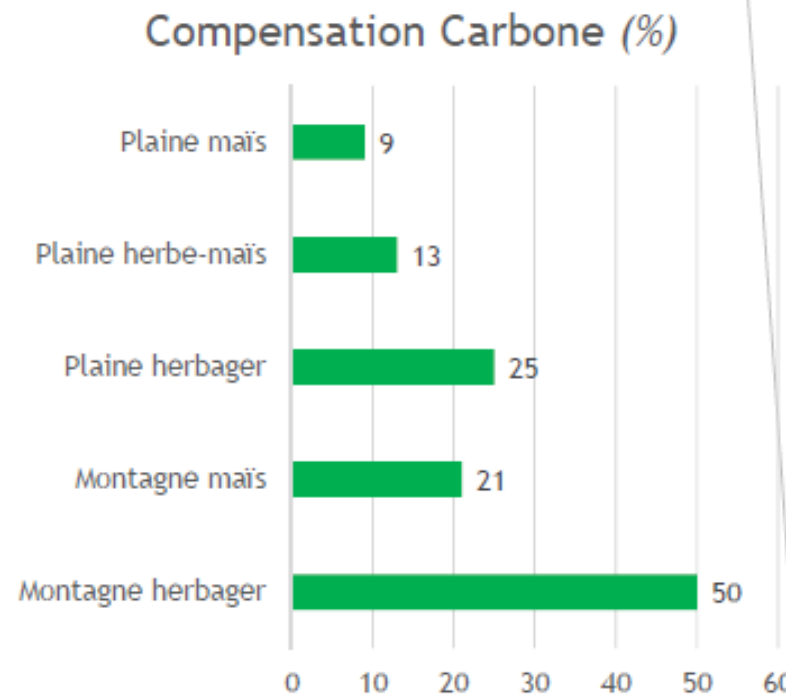
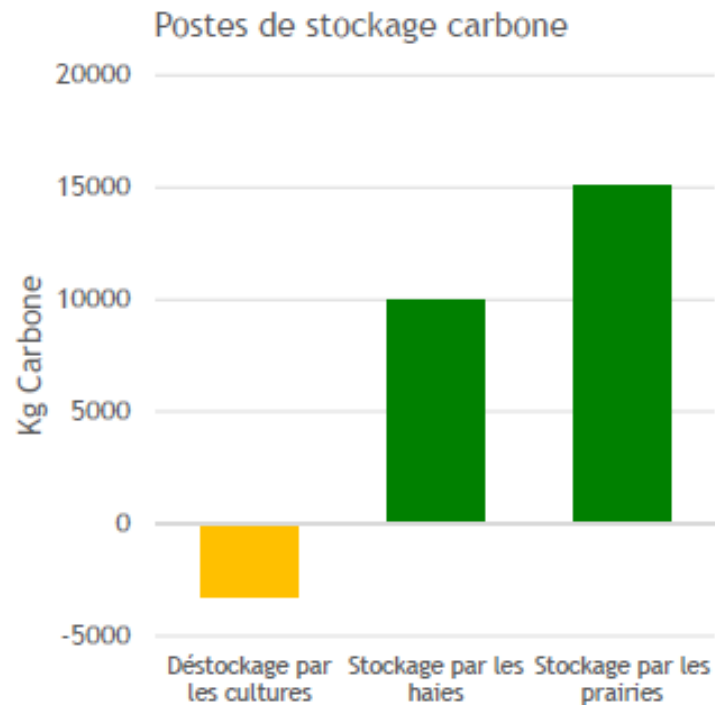


Contributions du stockage de carbone



Total

0,13
kg éq. CO₂/l lait



54

- La compensation carbone moyenne est de 13%

➤ Résultats des systèmes de plaine en fonction du système fourrager

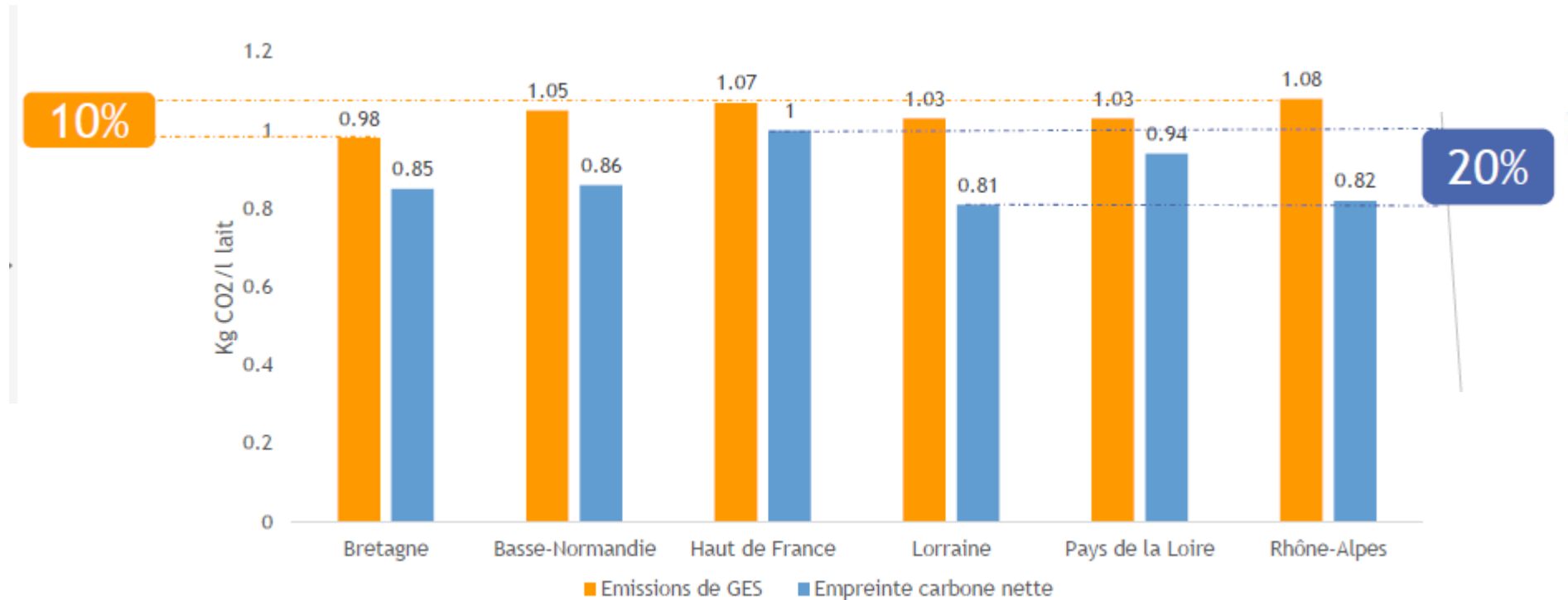


	Système herbager < 20% maïs	Systèmes herbe – maïs 20 – 40% maïs	Systèmes maïs > 40% maïs
Nb exploitations	348	1408	1238
Emissions brutes de GES	1,03	1,01	0,98
Stockage de carbone	0,26	0,13	0,09
Empreinte carbone nette	0,77	0,88	0,89

55

- Les émissions de GES ne diffèrent pas entre les systèmes
- La différence de l'EC nette s'explique par le stockage de carbone

Des spécificités régionales



56

- Des différences liées au système fourrager et aux pratiques
- ...et des marges de progrès à définir en fonction du contexte pédoclimatique, du système et de la situation de chaque élevage

➤ CAP2ER aujourd'hui en chiffres



58



27 – 29 septembre 2023

1^{ère} Biennale des Conseillers CAP'2ER®



21

Les références cap2er

Résultats CAP'2ER® :

Système France

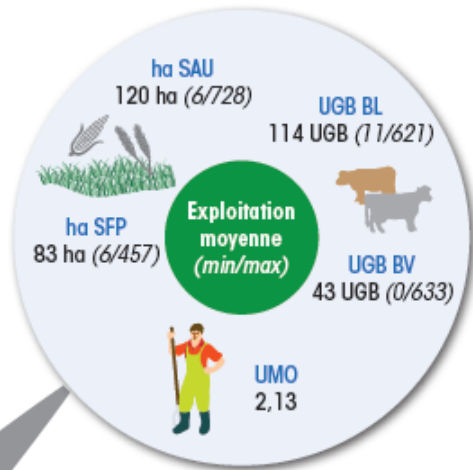
Années 2013 à 2021



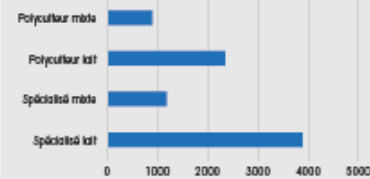
Exploitation



7405 fermes
en France

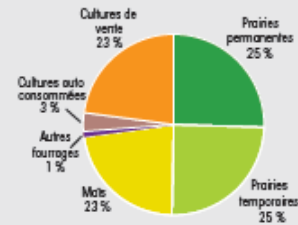


Typologie* des exploitations



* polyculteur si SFP/SAU < 0,7 et mixte lait/viande si UGB BV > 8.

Assolement moyen



LE BILAN ENVIRONNEMENTAL D'UNE EXPLOITATION MOYENNE

Je nourris*
23
pers./ha SAU

Sources : Peritallm, CEROPRA

* sur la base du contenu en protéines animales des productions agricoles.

Je stocke*
872
kg eq. CO₂/ha SAU

* grâce aux prairies et aux haies.

J'entretiens
1,4
eq. ha de biodiversité/ha SAU

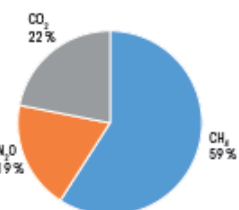
J'émet sous
forme de GES*
8 055
kg eq. CO₂/ha SAU

* GES = Gaz à Effet de Serre

Je consomme
25 792
MJ/ha SAU

Excédent
du bilan azote
110 kg N/ha

Répartition des GES à l'échelle exploitation



Résultats CAP'2ER® :

région Bretagne

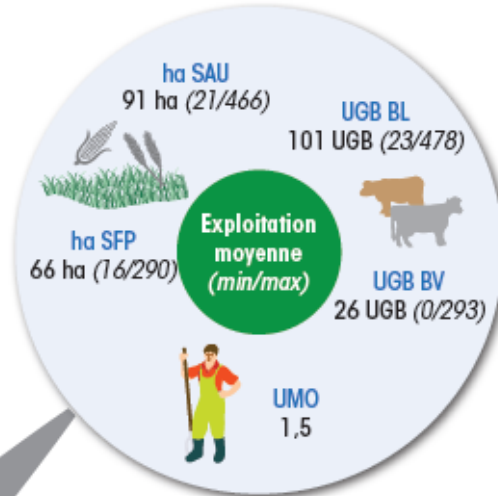
Années 2013 à 2021



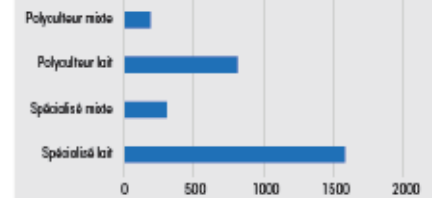
Exploitation



2907 fermes
en Bretagne



Typologie* des exploitations



* polyculteur si SFP/SAU < 0,7 et mixte lait/viande si UGB BV > 8.

Assolement moyen



LE BILAN ENVIRONNEMENTAL D'UNE EXPLOITATION MOYENNE

Je nourris*
25
pers./ha SAU

Sources : Peritallm, CEROPRA

* sur la base du contenu en protéines animales des productions agricoles.

Je stocke*
956
kg eq. CO₂/ha SAU

* grâce aux prairies et aux haies.

J'entretiens
1,3
eq. ha de biodiversité/ha SAU

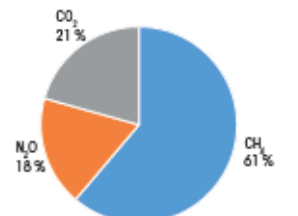
J'émet sous
forme de GES*
8 261
kg eq. CO₂/ha SAU

* GES = Gaz à Effet de Serre

Je consomme
24 683
MJ/ha SAU

Excédent
du bilan azote
108 kg N/ha

Répartition des GES à l'échelle exploitation



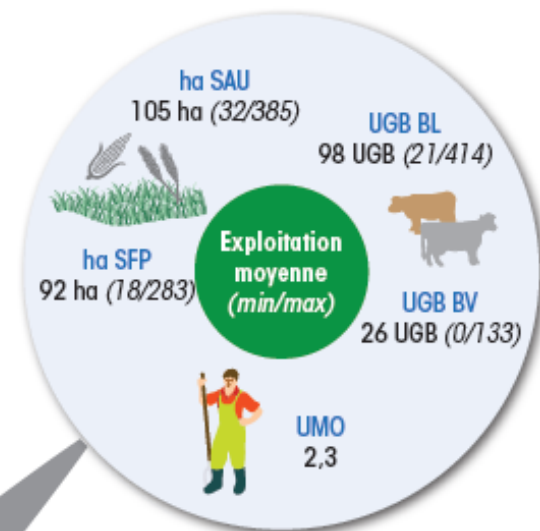
Les références cap2er

615 fermes biologiques en France
Dont 150 en Bretagne

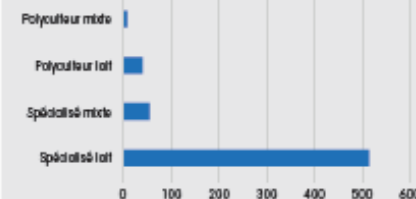
- Systèmes très herbagers
- Beaucoup de prairies permanentes : impact des estives des systèmes de montagne dans la moyenne
- Les repères dans la suite seront donnés soit sur les fermes bretonnes ou bretonnes en AB si les données sont disponibles



Exploitation

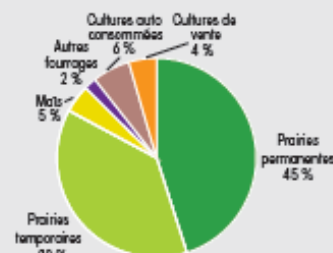


Typologie* des exploitations



* polyculteur si SFP/SAU < 0,7 et mixte lait viande si UGB BV > 8.

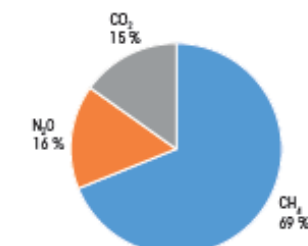
Assolement moyen



LE BILAN ENVIRONNEMENTAL D'UNE EXPLOITATION MOYENNE



Répartition des GES à l'échelle exploitation



En Bretagne

Atelier



Émissions GES
moyennes :
0,97 kg eq.CO₂



Critères techniques			
Gestion du troupeau			
Lait/VL (l lait corrigé)	7 041	7 791	5 550
Production laitière corrigée (l/ha SFP lait)	7 353	9 708	5 816
UGB génisses/VL (%)	43%	42%	35%
Âge au premier vêlage (mois)	29	28	28
Taux de renouvellement (%)	37%	38%	31%
Alimentation du troupeau			
Concentrés VL (g/l)	121	147	63
Concentrés génisse (kg/UGB génisse)	597	599	430
N excrété (kg N/UGB)	98	102	90
Autonomie protéique (%)	72%	64%	89%
Gestion des surfaces			
Azote minéral (kgN/ha SAU lait)	40	43	6
Pression azote organique (kgN/ha SAU lait)	97	104	110
Rendement herbe (tMS/ha)	6,0	7,4	6,8
Critères stockage			
Haie (ml/ha SAU lait)	125	135	107
Prairie Permanente/SAU lait (%)	11%	8%	18%
Gestion des effluents			
Durée de pâturage (jours)	186	148	212
Energie			
Carburant (L/ha SAU lait)	145	194	125
Électricité (kWh/1 000 l)	61	60	75

*10% élevages ayant les émissions brutes de GES les plus faibles (décile supérieur) ou élevées (décile inférieur).

	10-30% maïs/SFP	>30% maïs/SFP	Agriculture Biologique
Nombre d'exploitations	482	2254	150
Part de maïs dans la SFP (%)	26%	44%	9%
Nombre de vaches laitières	68	72	77
SFP lait (ha)	67	58	76
Résultats environnementaux			
Émissions brutes (kg eq CO ₂ /l lait)	0,99	0,96	1,02
dont fermentation entérique	0,58	0,55	0,62
dont gestion des effluents	0,15	0,14	0,18
dont fertilisation azotée	0,09	0,07	0,07
dont carburants et électricité	0,05	0,06	0,06
dont aliments	0,09	0,11	0,05
dont engrais	0,02	0,02	0,00
Stockage carbone (kg eq CO ₂ /l lait)	0,16	0,10	0,26

Synthèse INOSYS : repères environnementaux en élevage laitier

- Repères d'émissions brutes de GES de 35 exploitations laitières en Bretagne et répartition par poste en élevage

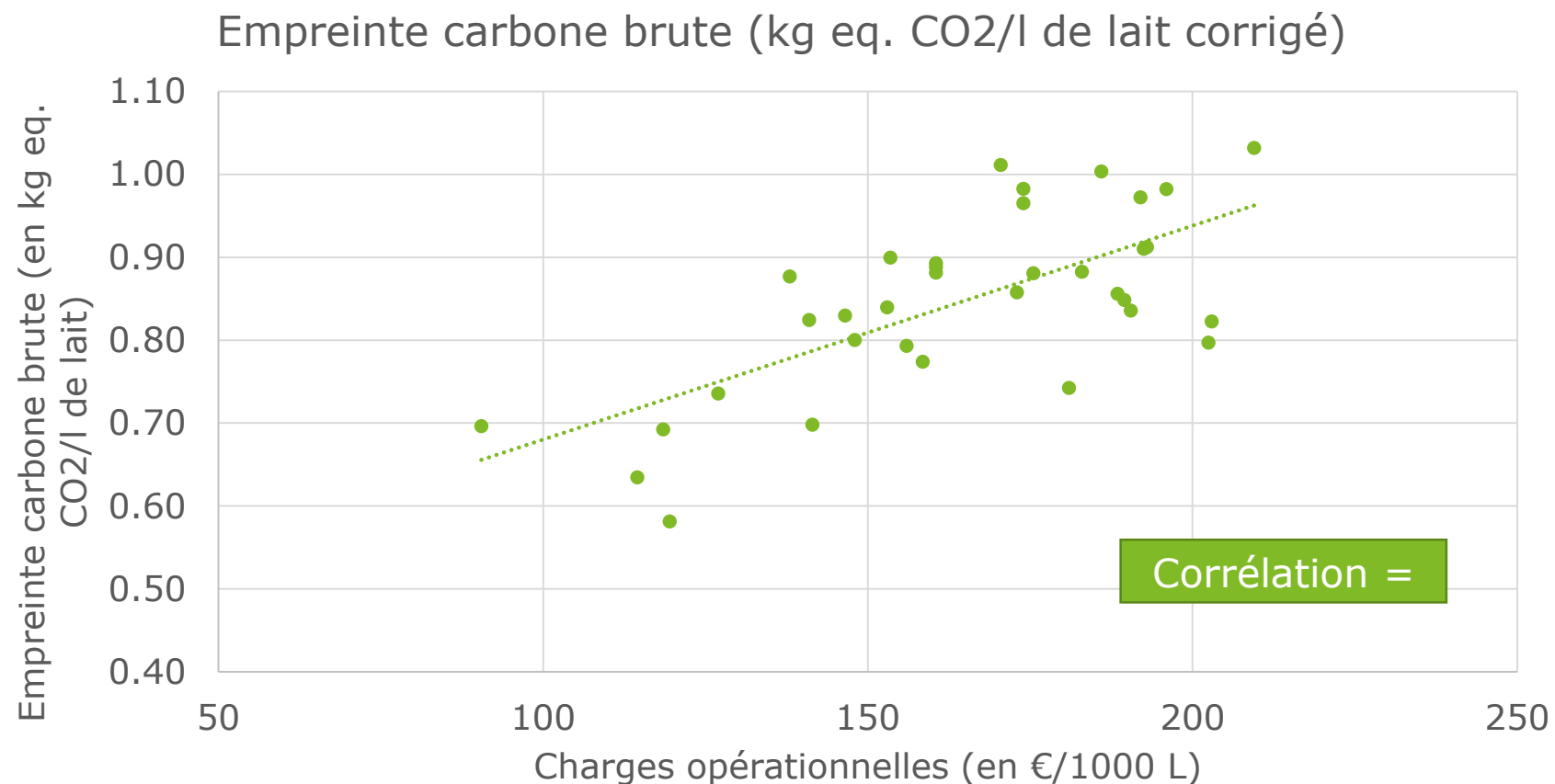
En kg eq. CO ₂ /l de lait	1/4 plus émetteurs	Moyenne Réseau INOSYS	1/4 moins émetteurs
Emissions brutes de gaz à effet de serre	1.02	0,90	0.80
Dont Fermentation entérique	0.54	0,51	0.49
Dont Gestion des effluents d'élevage (bâtiment et stockage)	0.16	0,14	0.14
Dont Fertilisation minérale et organique (épandage)	0.09	0,07	0.06
Dont Energies directes	0.06	0,05	0.05
Dont Achat d'aliments	0.16	0,11	0.06
Dont Achat d'engrais	0.02	0,02	0.01

Synthèse INOSYS : repères environnementaux en élevage laitier

	1/4 plus émetteurs	Moyenne	1/4 moins émetteurs
Âge au 1 ^{er} vêlage (<i>en mois</i>)	29	27,5	26
UGB génisses/UGB VL	42%	41%	36%
Temps au pâturage des VL	168	172	189
% maïs/SFP	40%	34%	20%
Efficiencie des concentrés (<i>g de concentrés/l de lait produit</i>)	136	120	81
Quantité de concentrés génisses (<i>en kg/UGB</i>)	608	523	400
Autonomie protéique (%)	65%	70%	80%
Azote minéral épandu (<i>kg N/ha SAU lait</i>)	36	29	14
Pression organique (<i>kg N/ha SAU lait</i>)	137	137	130
Electricité (<i>kwh/1000 L</i>)	78	66	57
Carburant (<i>L/ha SAU lait</i>)	187	173	137

63

➤ Lien charges opérationnelles et empreinte carbone nette



64



Analyser son empreinte carbone lait : résultats du groupe

66

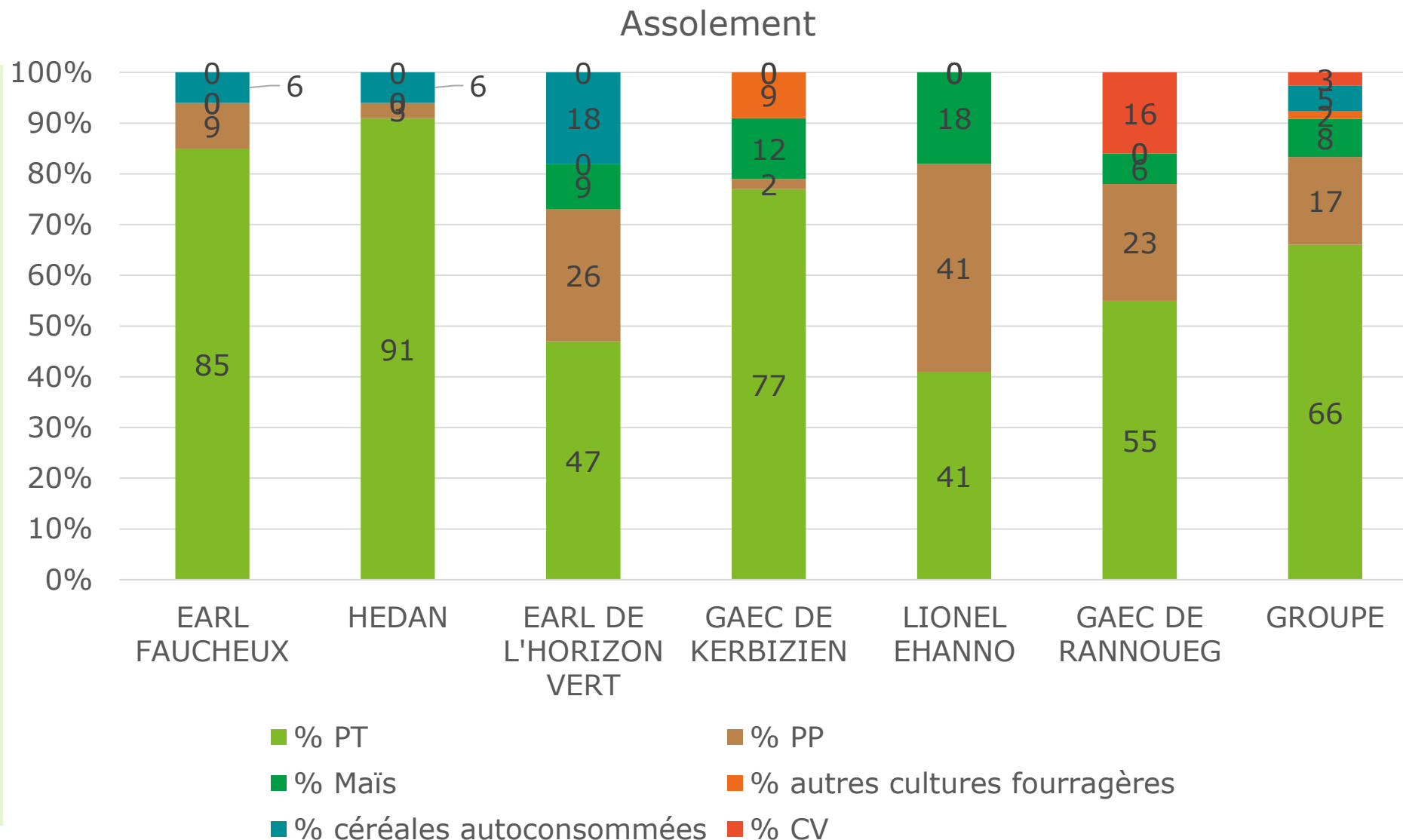
Vos exploitations

Repères bretons :

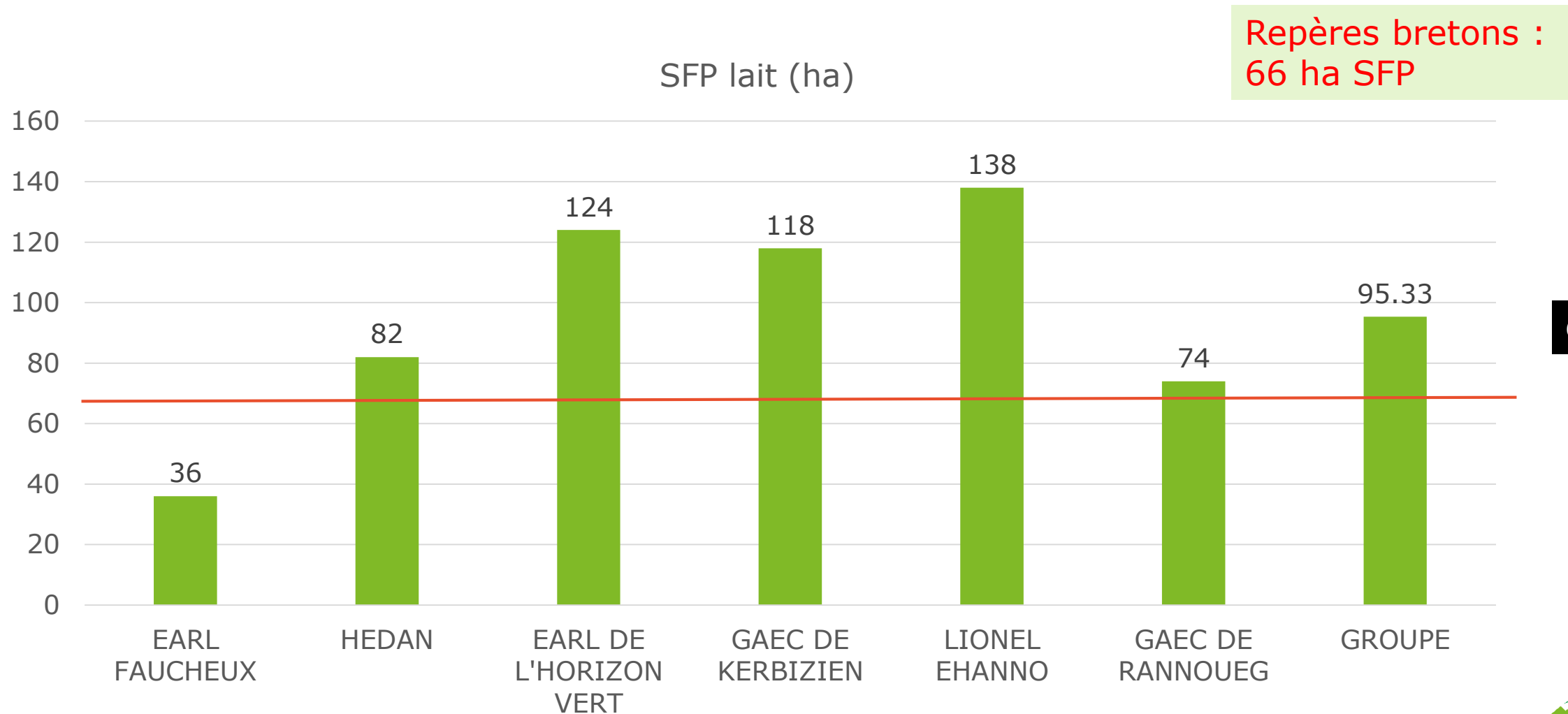
- 7% PP
- 38% PT
- 29% EM
- 1% autre
- 1% C auto
- 24% CV

Repères bio FR :

- 45% PP
- 38% PT
- 5% EM
- 2% autre
- 6% C auto
- 4% CV

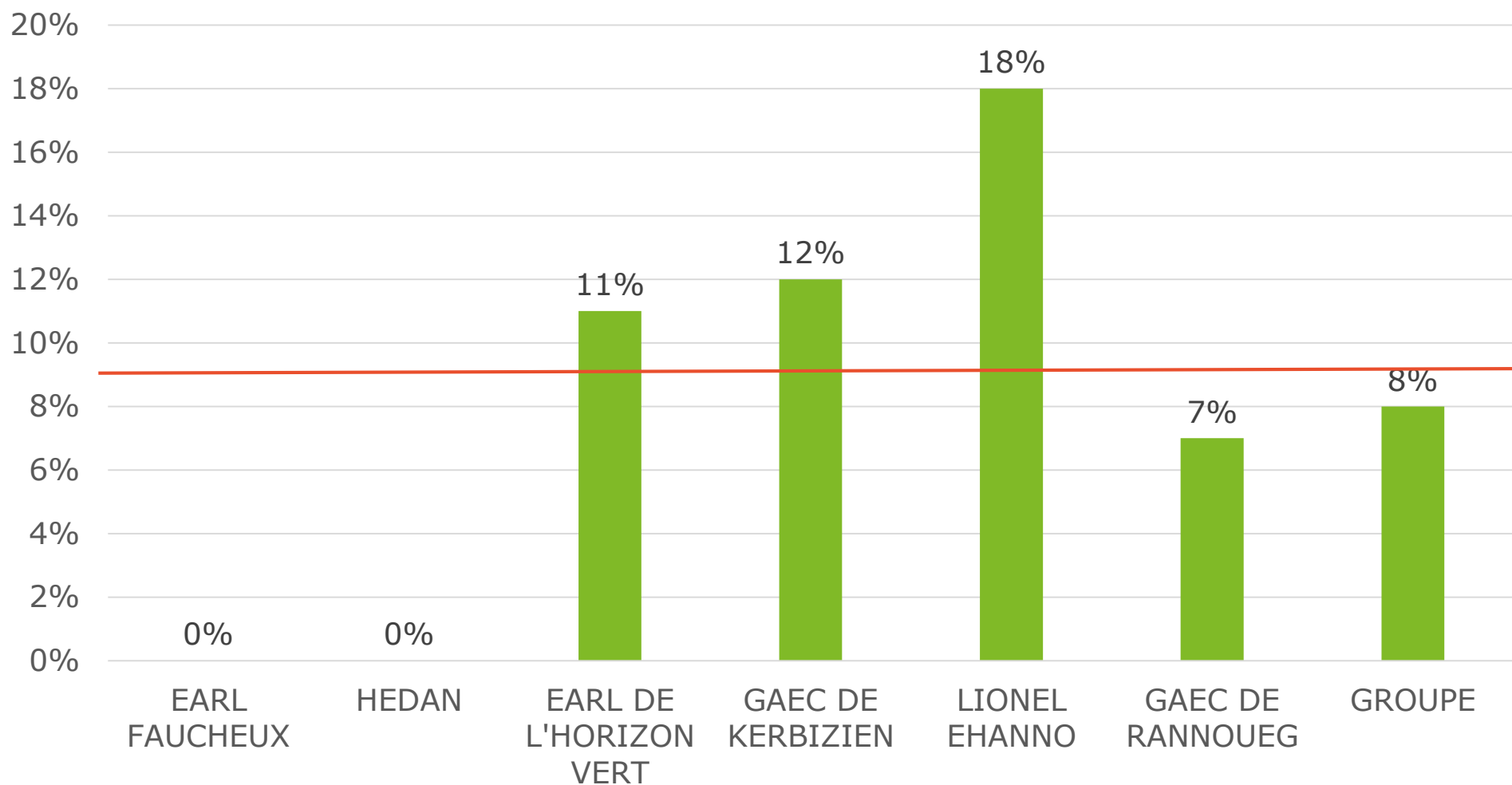


Vos exploitations



Vos exploitations

Part maïs dans SFP lait



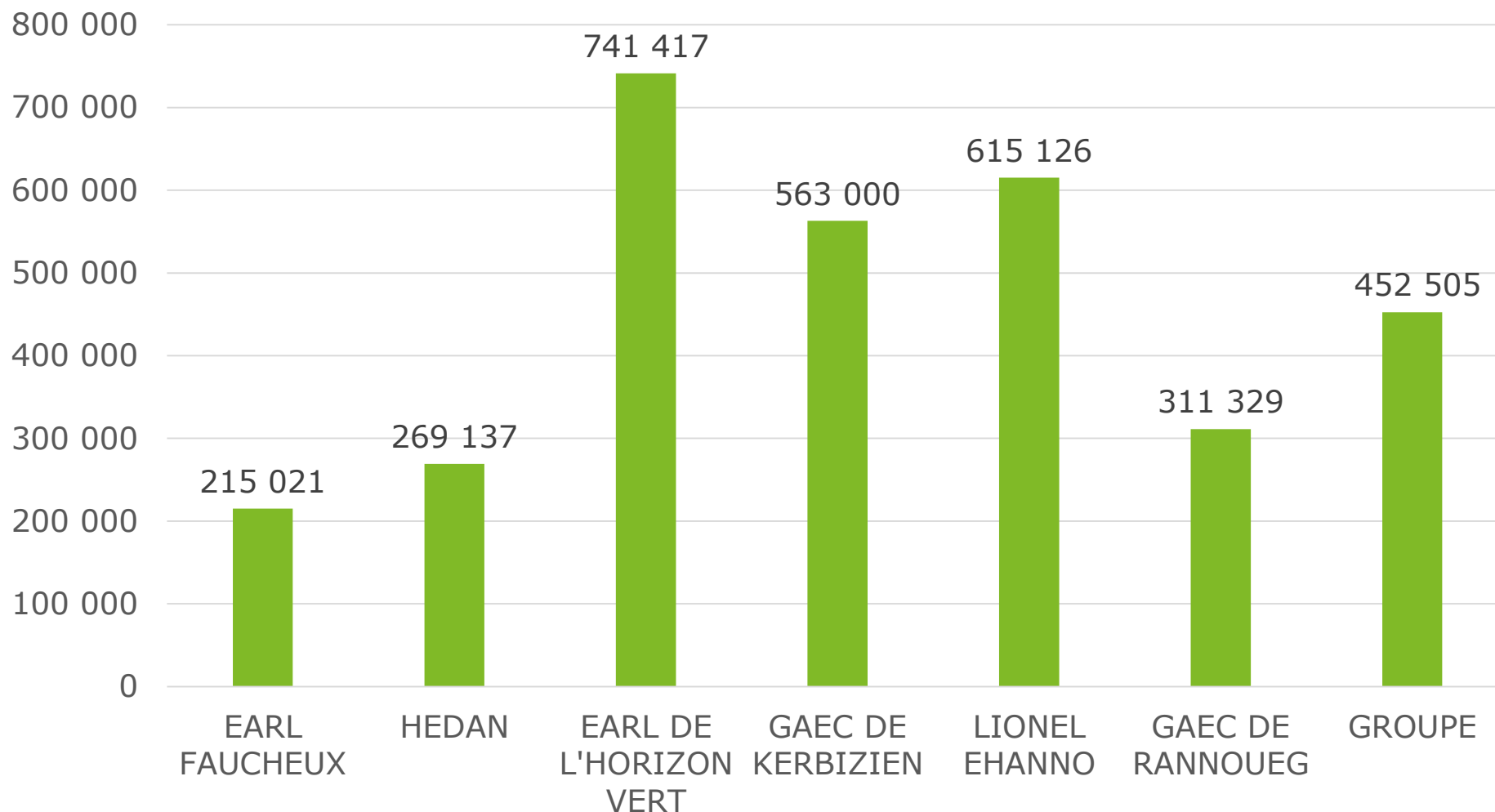
>30% maïs
(système
majoritaire
breton) :
44%

Entre 10-
30% maïs :
26%

En bio
breton : 9%

Vos exploitations

Lait vendu corrigé (40/33 g/kg) en l/an



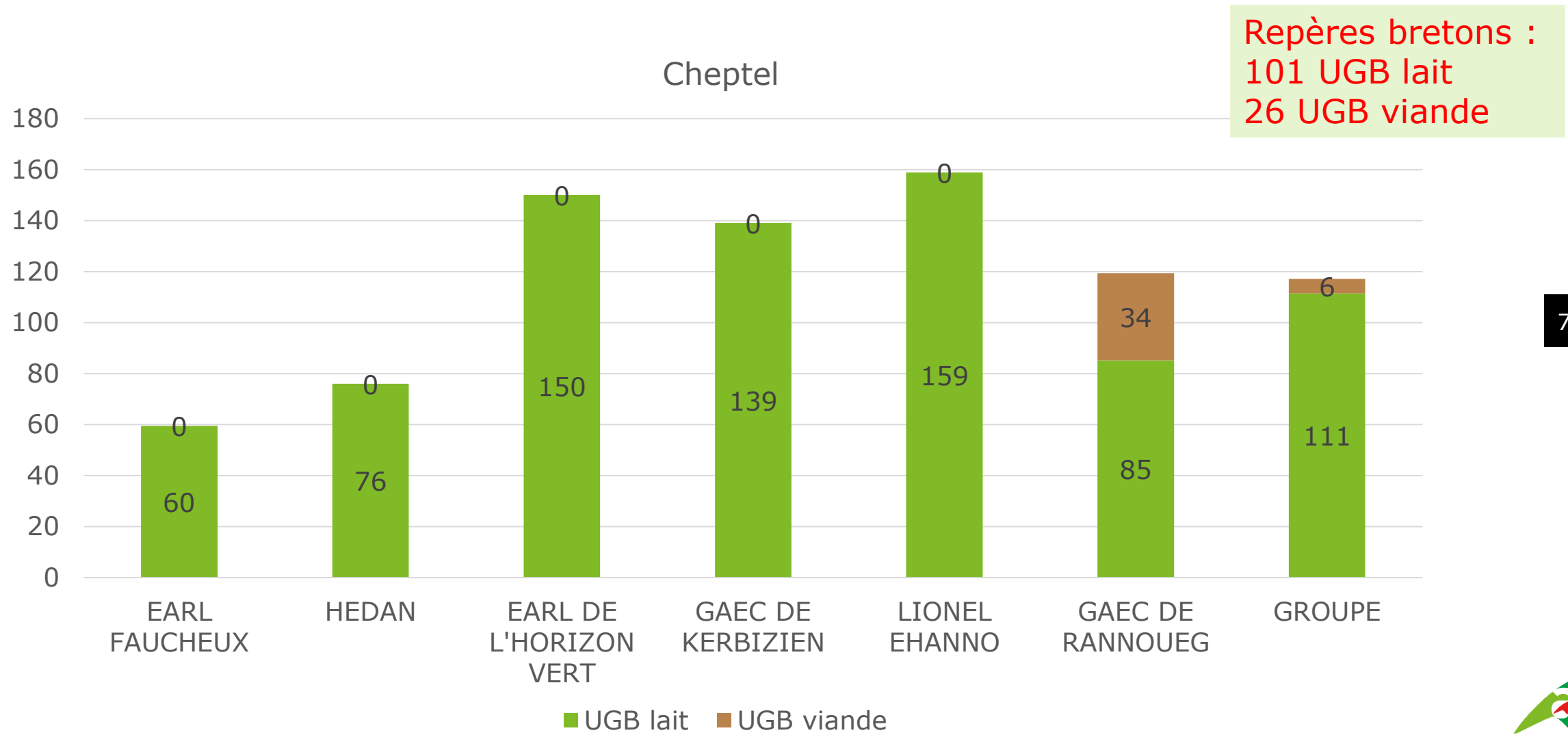
70

Repères bretons
>30% maïs:
560 952 L

10-30% maïs:
478 788 L

Bio breton :
427 350 L

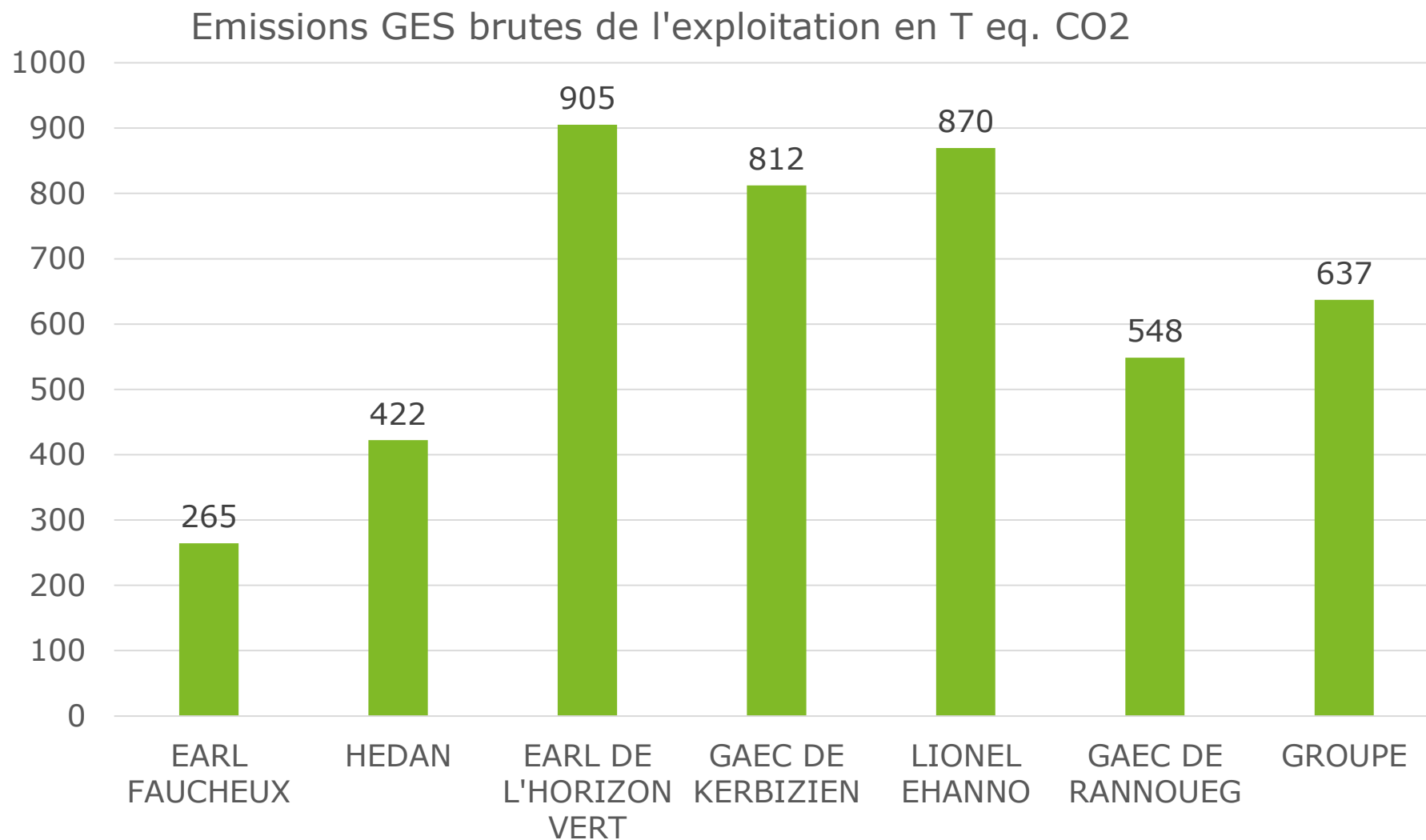
L'atelier bovin



71

Le bilan environnemental de vos exploitations

Repères Bretons
751 T eq. CO2



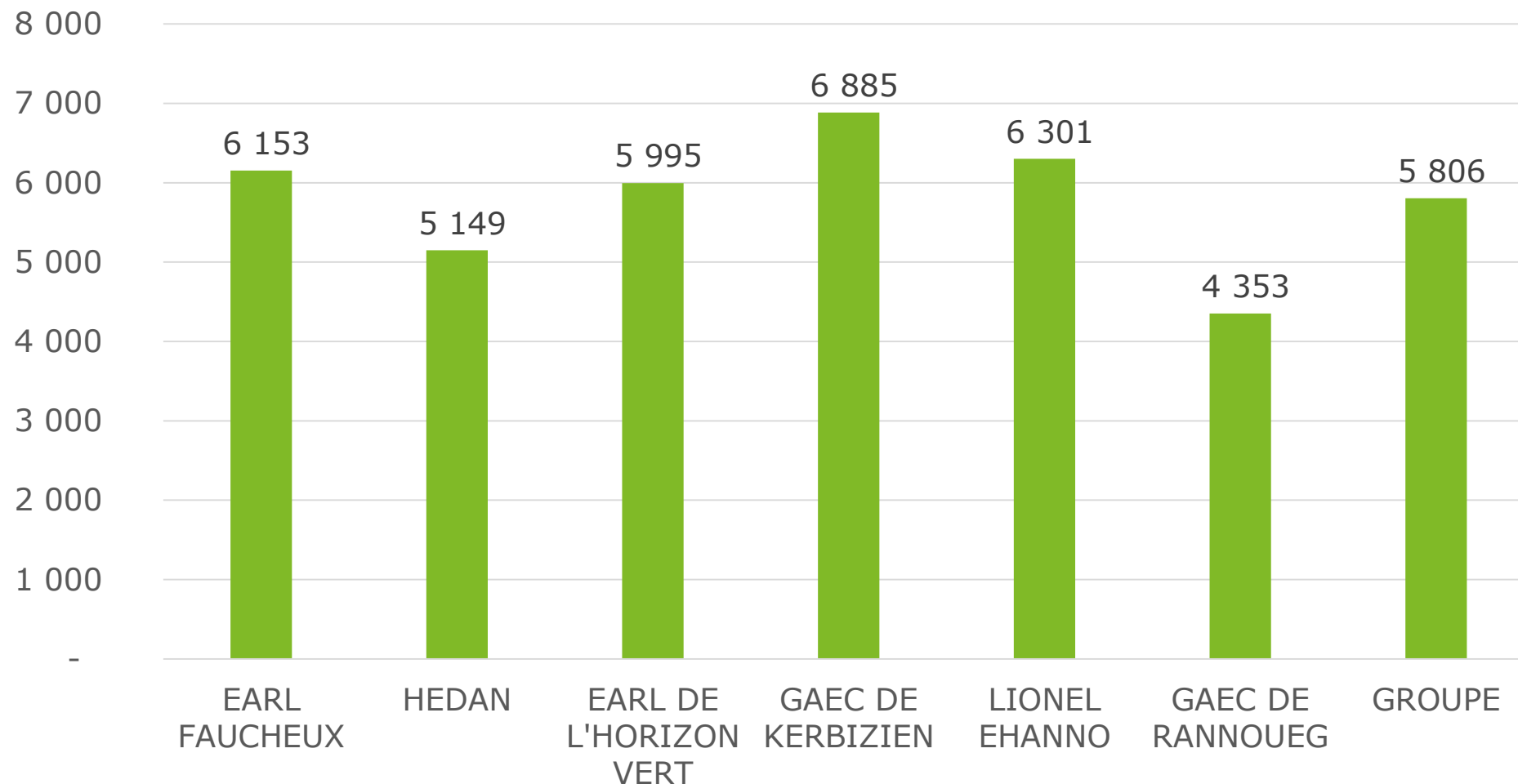
72



Le bilan environnemental de vos exploitations

Emissions de GES brutes en kg eq CO₂/ha SAU

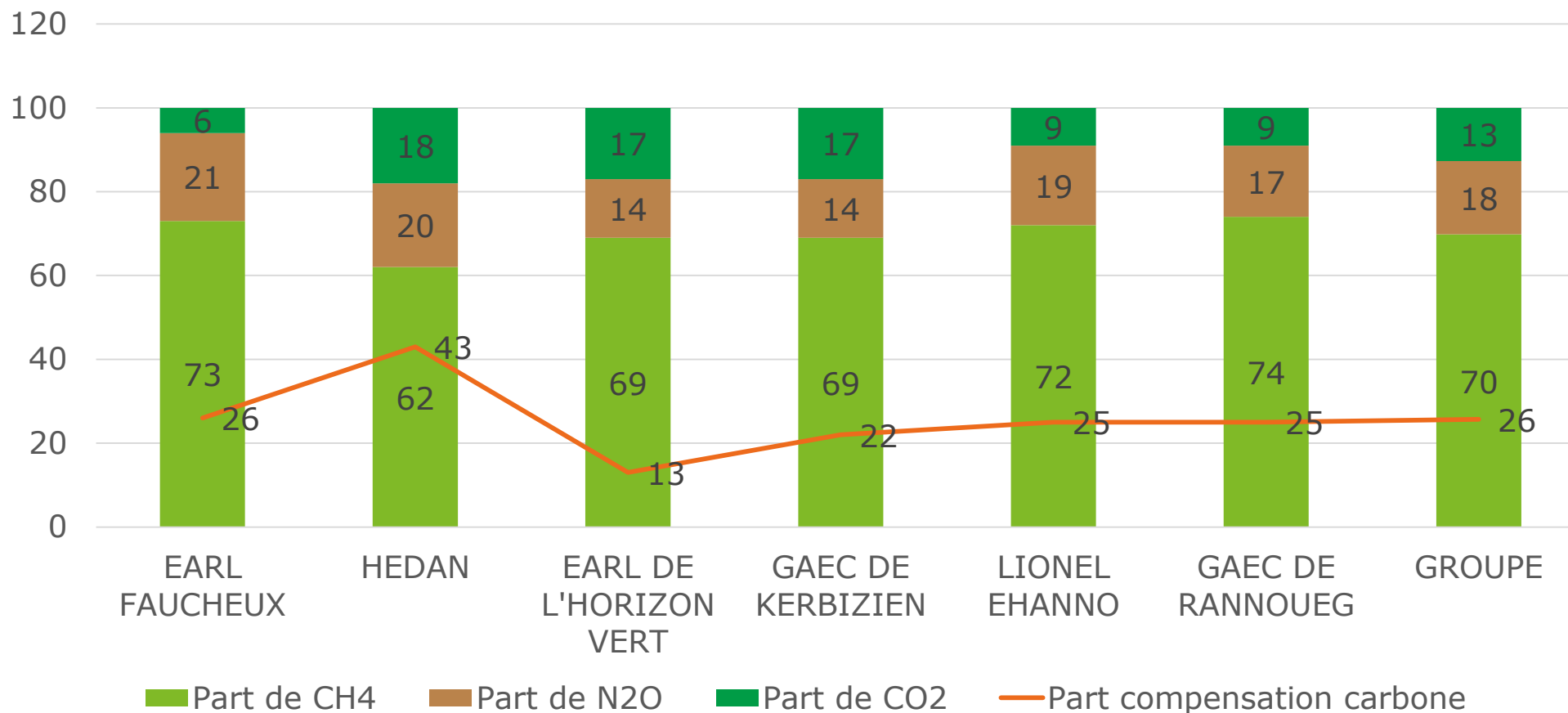
Repères bretons
8 261 kg eq. CO₂ / ha SAU



73

Les sources de GES à l'échelle de l'exploitation

Sources de GES à l'échelle de mon exploitation



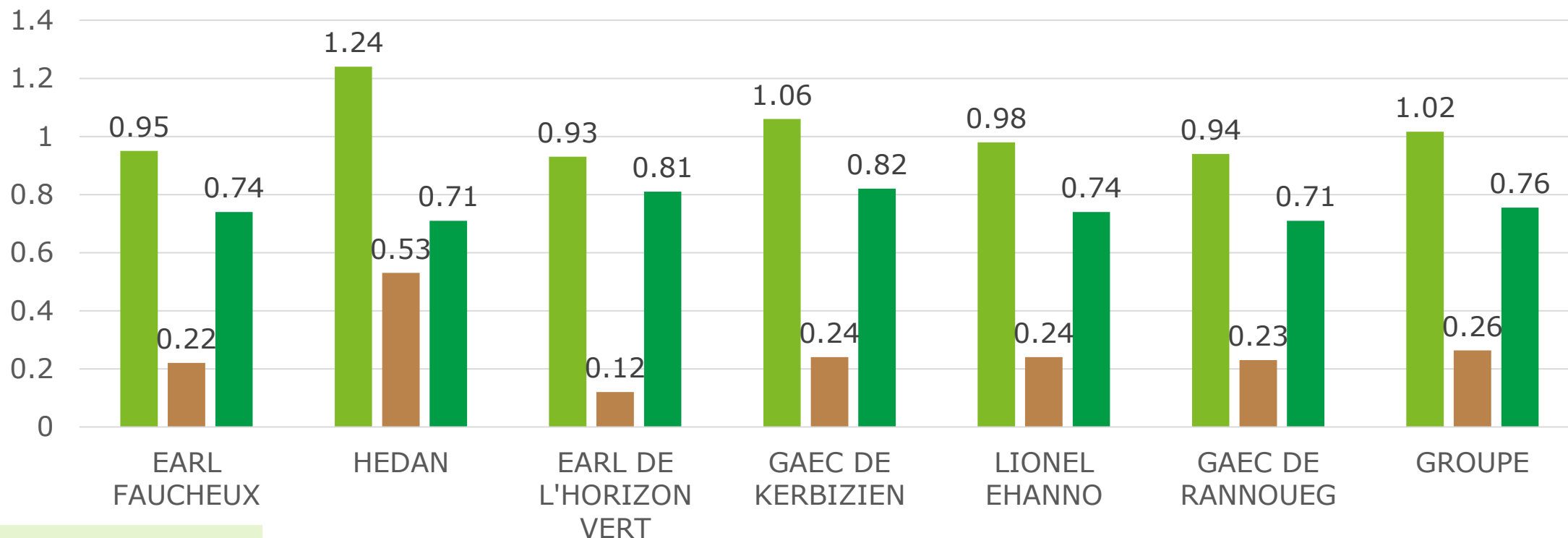
Repères bretons :

61% CH4
18% N2O
21% CO2

74

Empreinte carbone du lait

Empreinte carbone du lait en kg éq. CO₂ / L lait vendu



Repères bretons

> 30% maïs

10-30% maïs

Bio bretons

■ Emissions brutes

■ Stockage carbone

■ Empreinte carbone nette

0,96

0,10

0,86

0,99

0,16

0,83

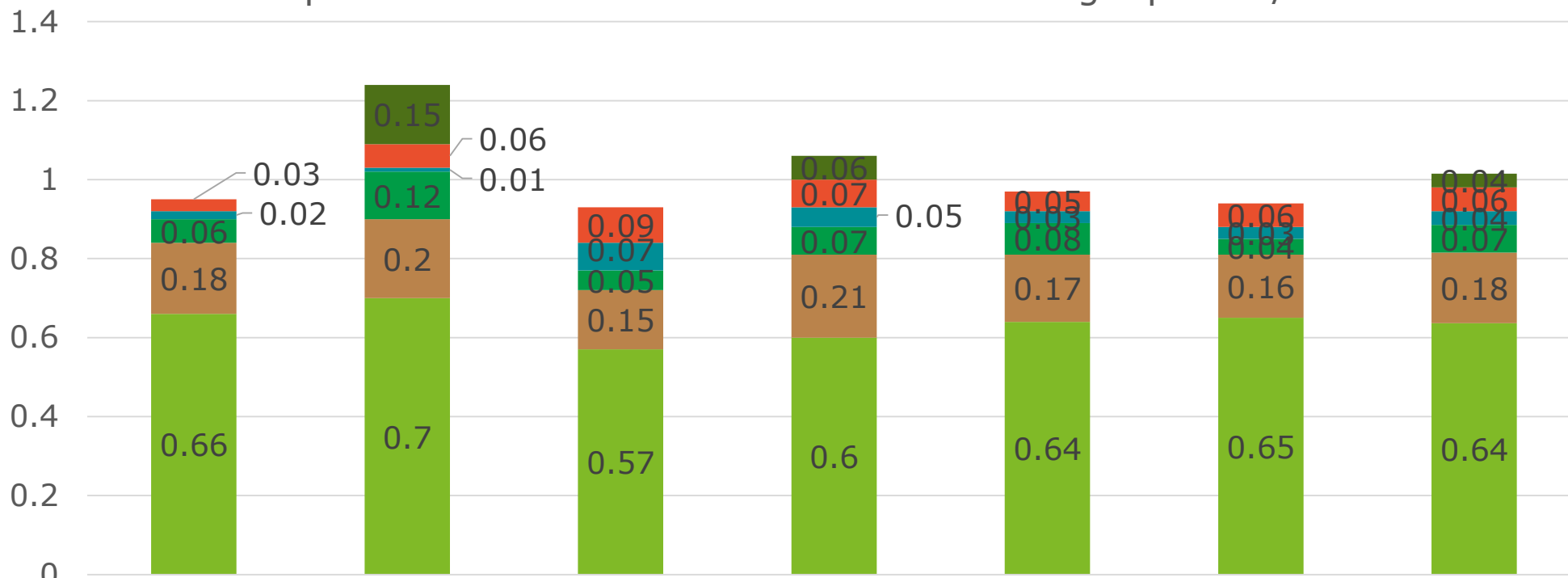
1.02

0,26

0,76

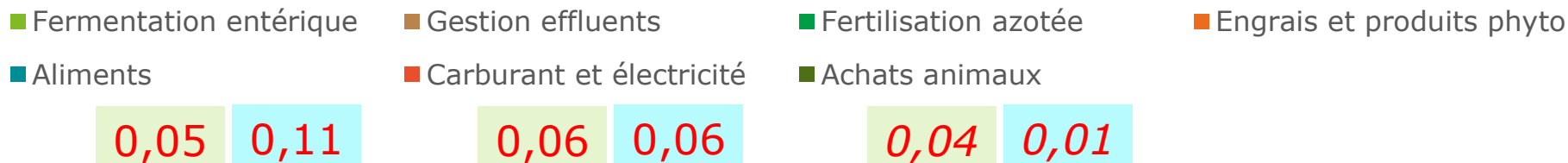
Postes d'émissions

Composition des émissions brutes de GES en kg éq. CO2 /L lait



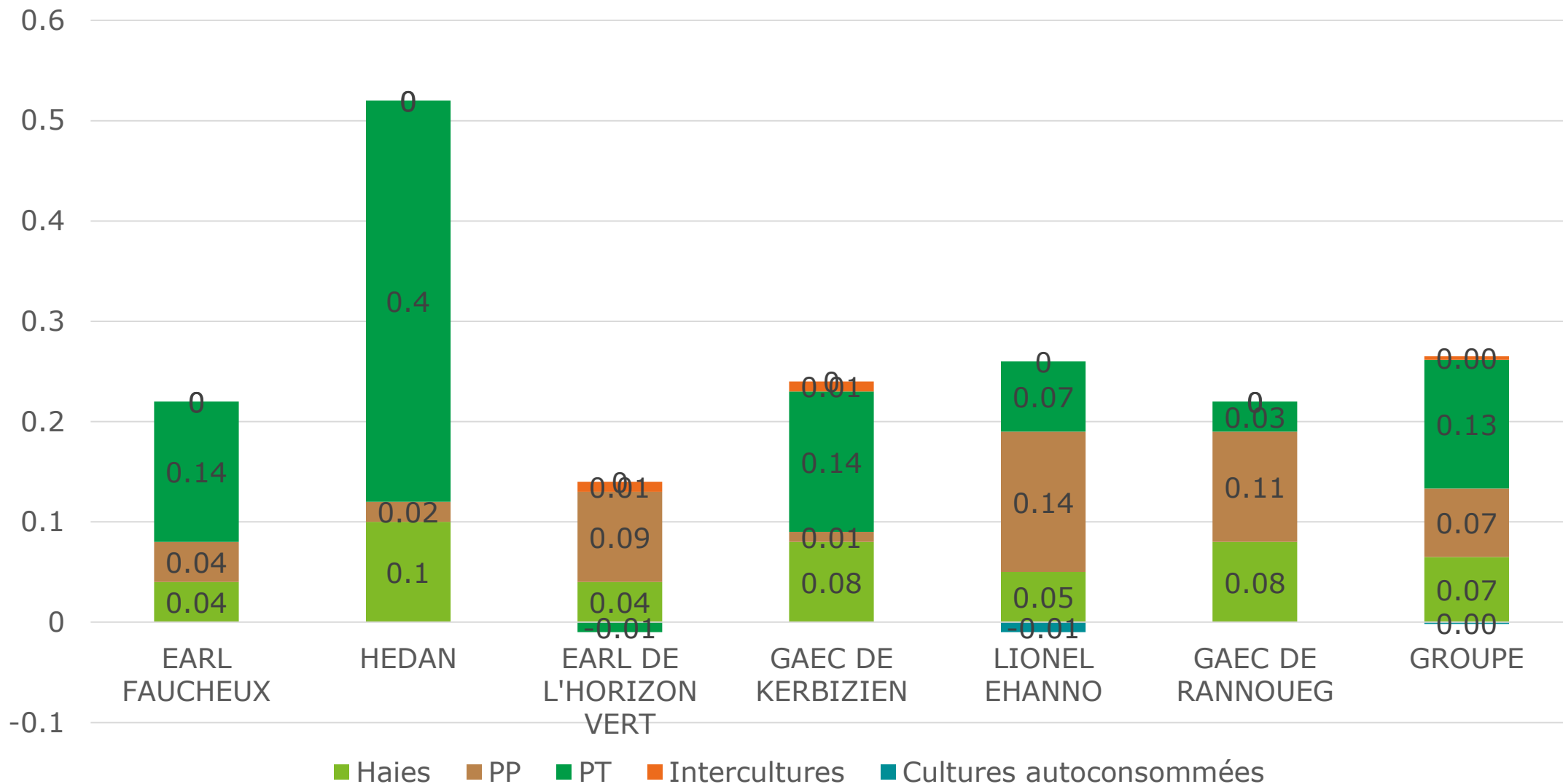
Système bretons >30%

Repères bretons bio

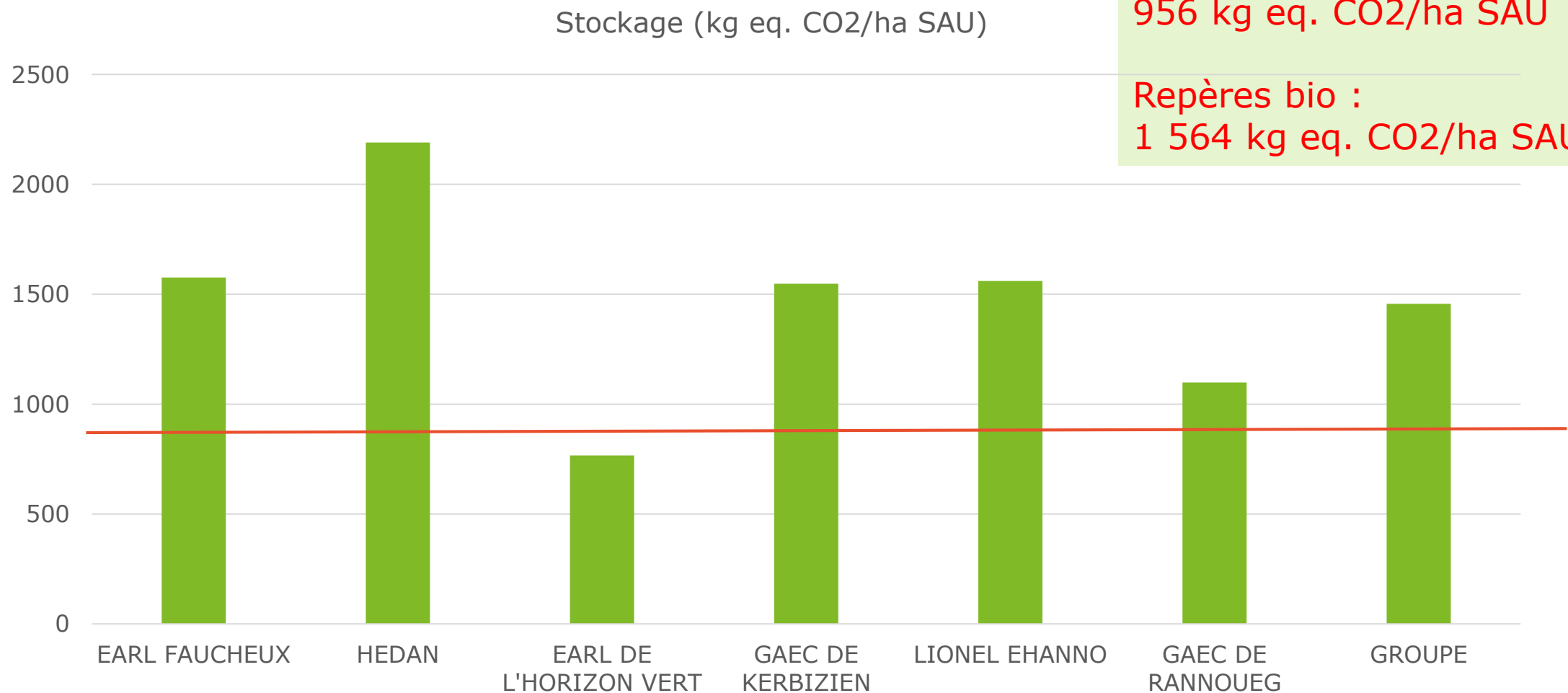


Postes de stockage

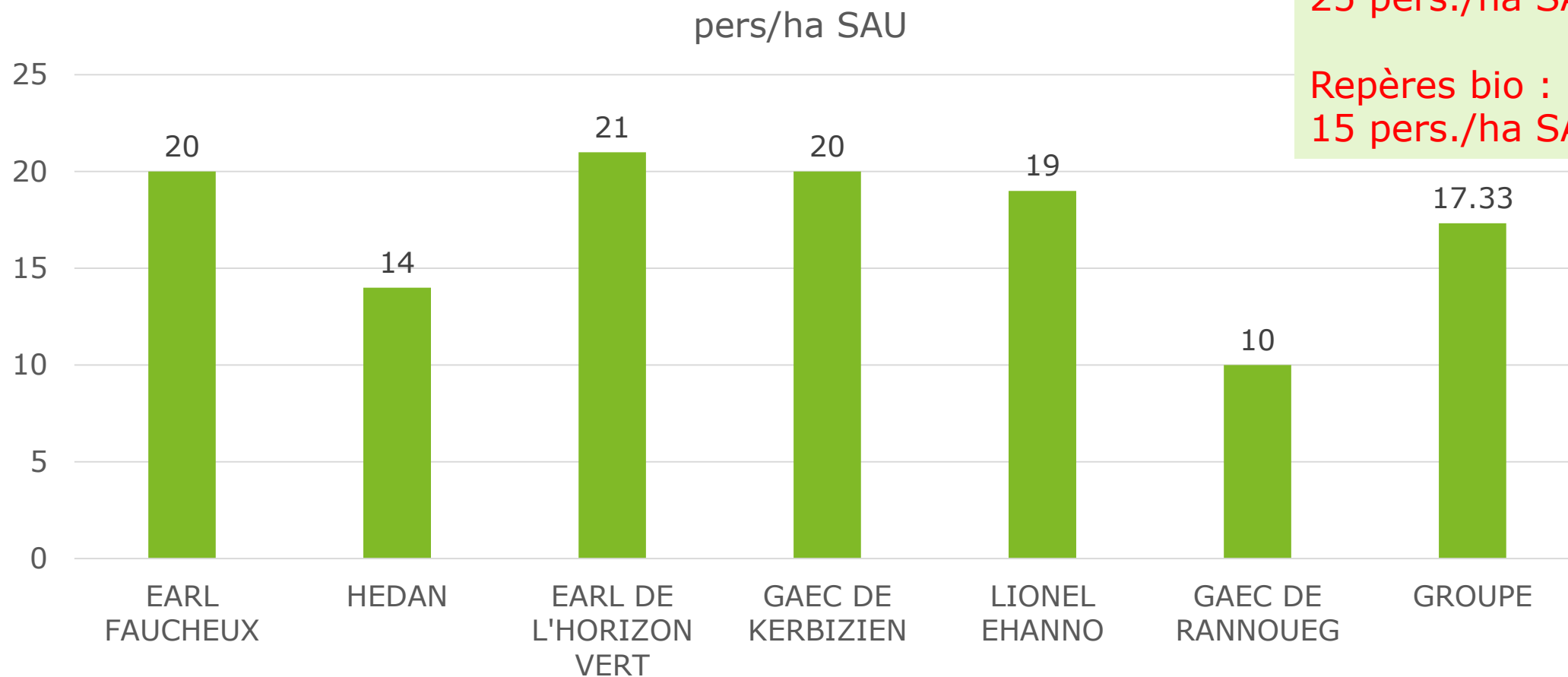
Postes de stockage de GES en lg éq. co2 /L lait



Stockage de carbone



Potentiel nourricier

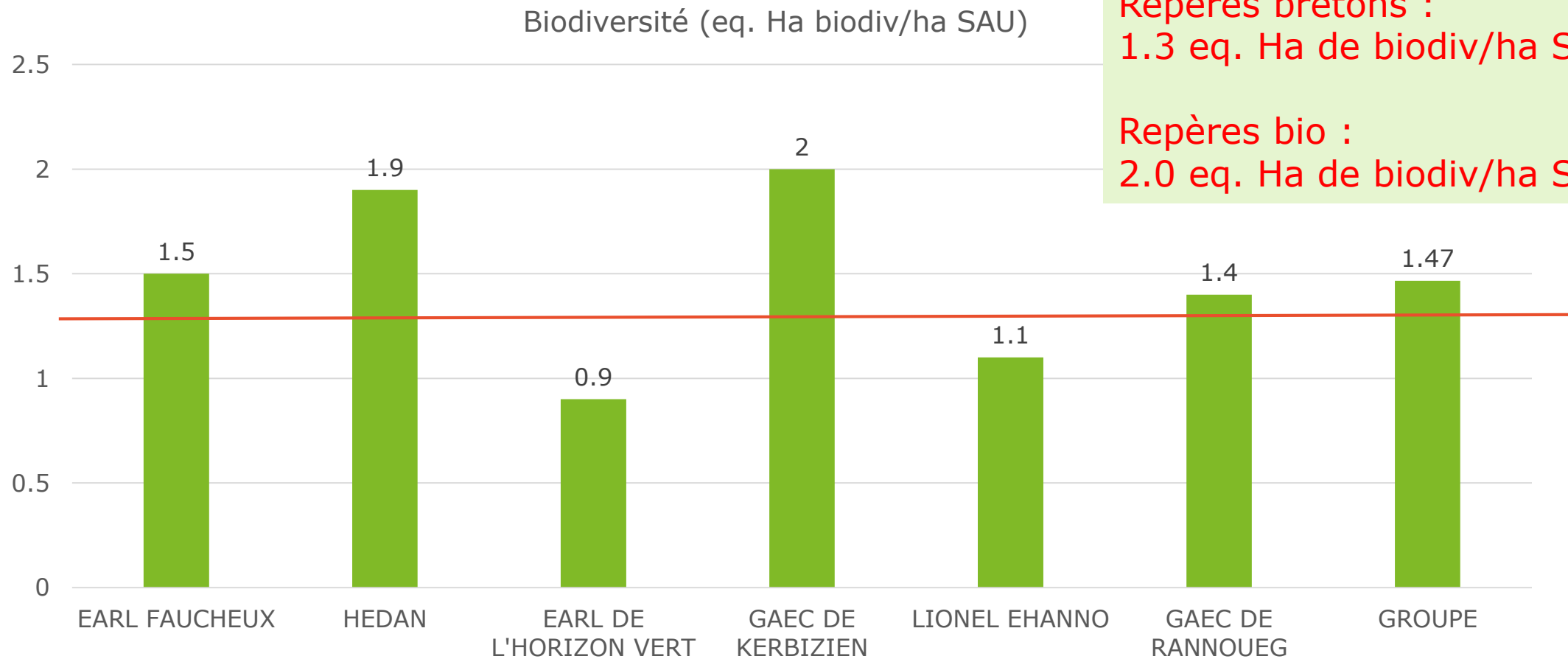


Repères bretons :
25 pers./ha SAU

Repères bio :
15 pers./ha SAU

79

Biodiversité





Quels leviers d'action pour améliorer mon empreinte carbone lait ?

Performance environnementale : 2 types de leviers d'action

- Réduire les rejets, limiter l'utilisation de ressources



82

- Compenser les émissions par le maintien et l'accroissement du stockage de carbone



➤ Les leviers possibles



Les leviers « troupeau »



Les leviers « Alimentation »



Les leviers « Bâtiments »



Les leviers « Surface »



Les autres leviers

➤ Les leviers possibles



Les leviers
« troupeau »

➤ 1- Limiter les animaux improductifs

➤ Réduire le nombre de vaches laitières « improductives » en améliorant la conduite et la santé du troupeau pour accroître la productivité par vache :

- Taux réussite en 1ère IA
- Intervalle vêlage - vêlage
- Taux de mortalité
- Limiter les pathologies (mammites, boiteries...)
- Mesures préventives sanitaires

➤ Réduire le nombre de génisses pour réduire le nombre d'animaux nécessaires à la production de lait :

- Le taux de renouvellement, de réforme
- Réduire l'âge au vêlage

Indicateurs de suivi en élevage

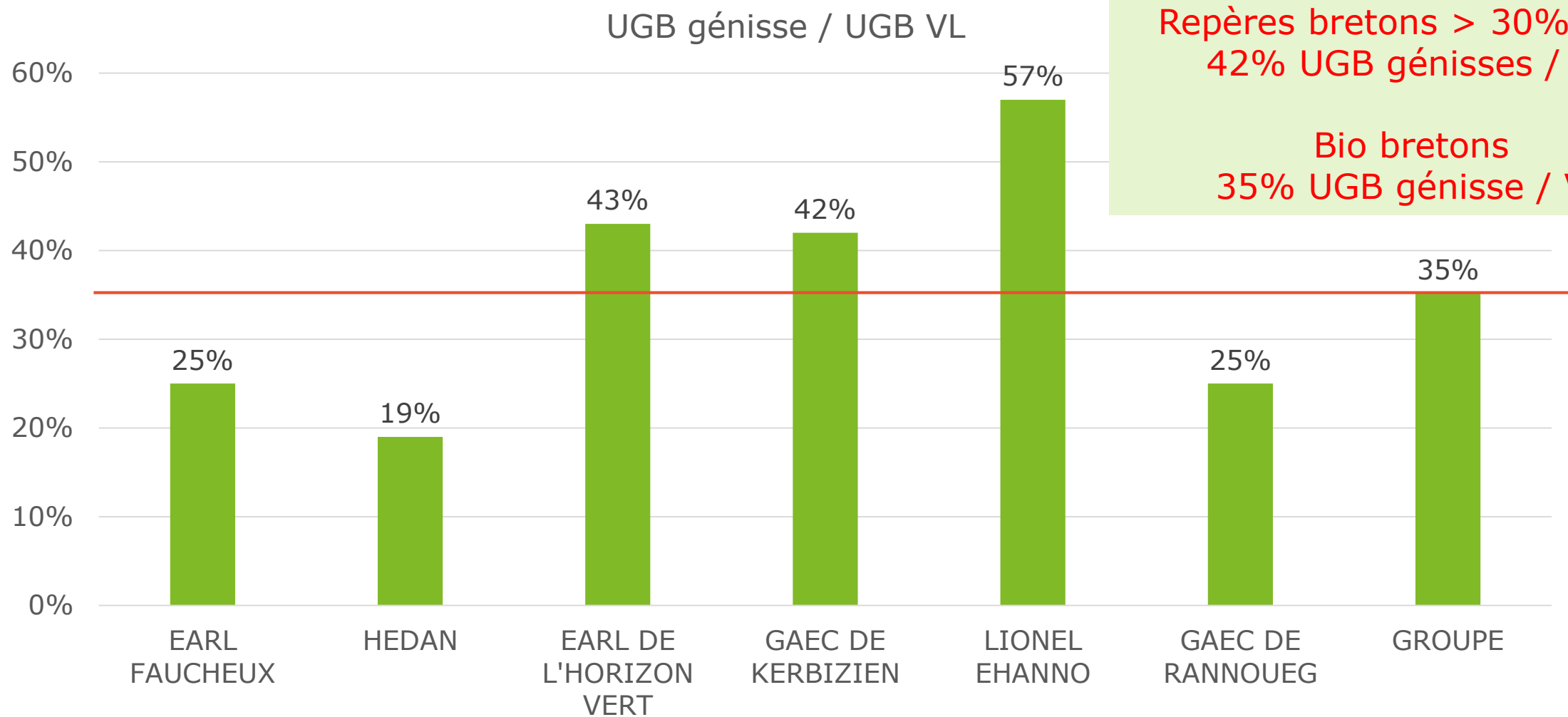
Age au 1^{er} vêlage

Taux de réforme

Nb lactations à la réforme

% perte vaches & génisses

➤ Réduire la part d'animaux improductifs

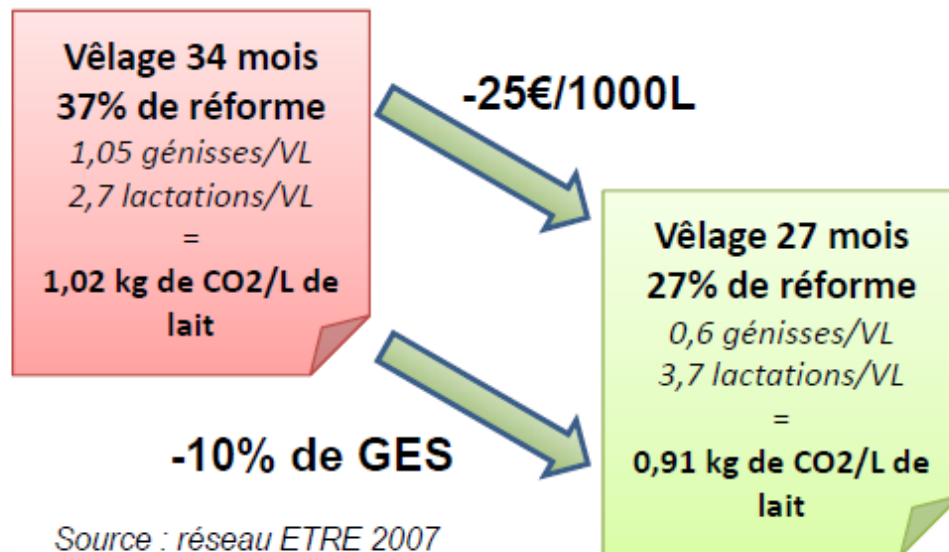


Repères bretons > 30% mais
42% UGB génisses / VL

Bio bretons
35% UGB génisse / VL

➤ Réduire l'âge au 1^{er} vêlage

Réduire l'âge au 1^{er} vêlage et le taux de réforme réduit fortement le coût de production et les GES



➤ Réduire l'âge au 1^{er} vêlage

- Pour réussir un vêlage précoce, le suivi de l'élevage des génisses doit être renforcé :
 - Adaptation de la conduite alimentaire
 - Gestion de la croissance des animaux (mesures poids/âge)
 - Détection des chaleurs et maîtrise de la mise à la reproduction.



Impact économique

Vente de 115 qtx
de méteil grain : 320€/t

Baisse des achats de paille :
- 3€/1000L



Impact environnemental

La baisse du nombre d'UGB génisses induit
une baisse de la fermentation entérique
= -0,02 kg eq.CO2/L lait corrigé

La baisse des surfaces en PT diminue le
stockage de carbone dans le sol
(+0,01 kg eq.CO2/L lait corrigé).

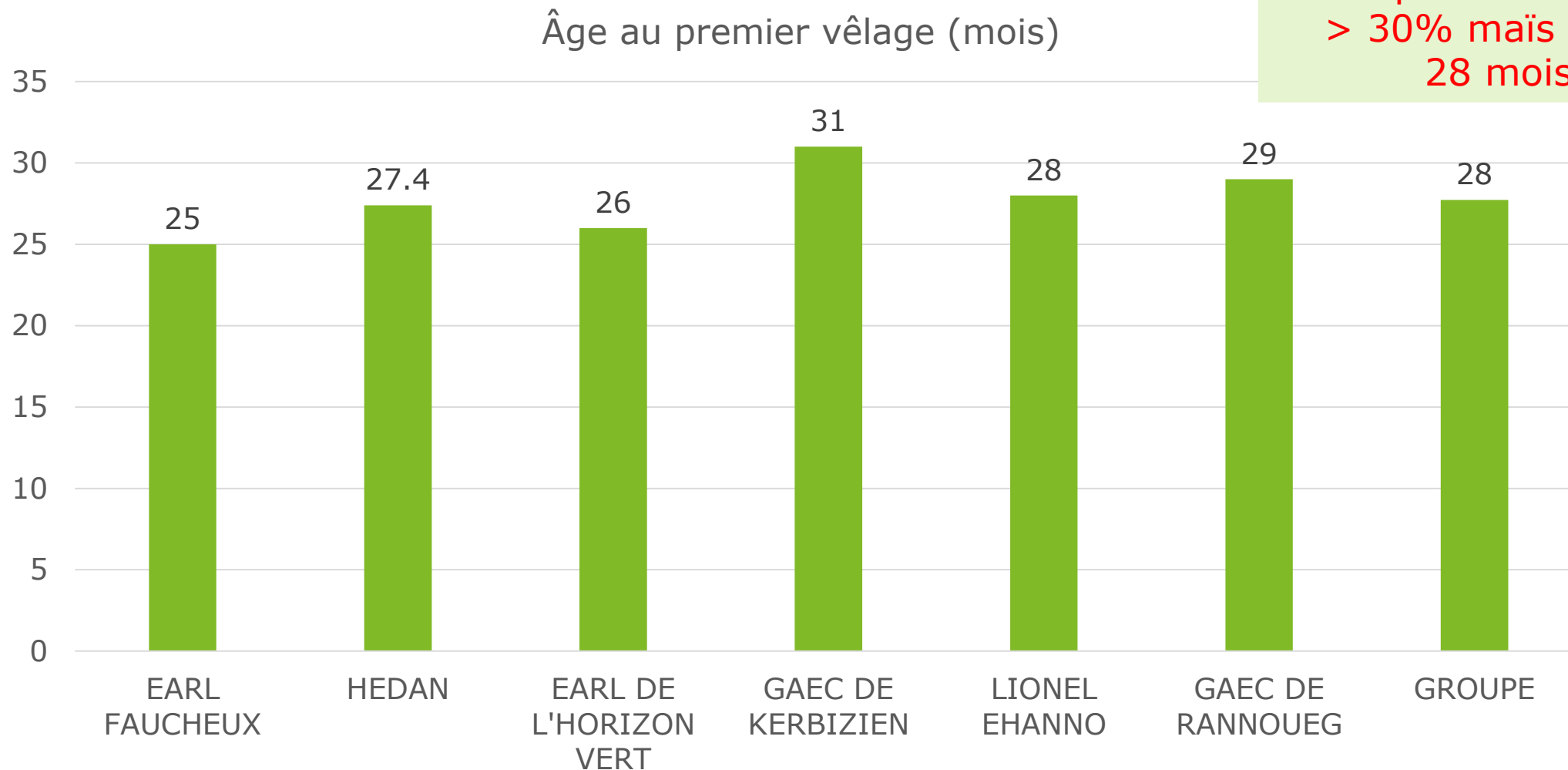
Intérêt du levier

Réduire l'âge au vêlage de 4 mois permet de réduire les émissions brutes de GES par litre de lait de 3,1 % et de diminuer les besoins fourrager.

Évolution de l'empreinte environnementale à l'échelle de l'exploitation et de l'atelier lait, entre les situations initiale et finale :

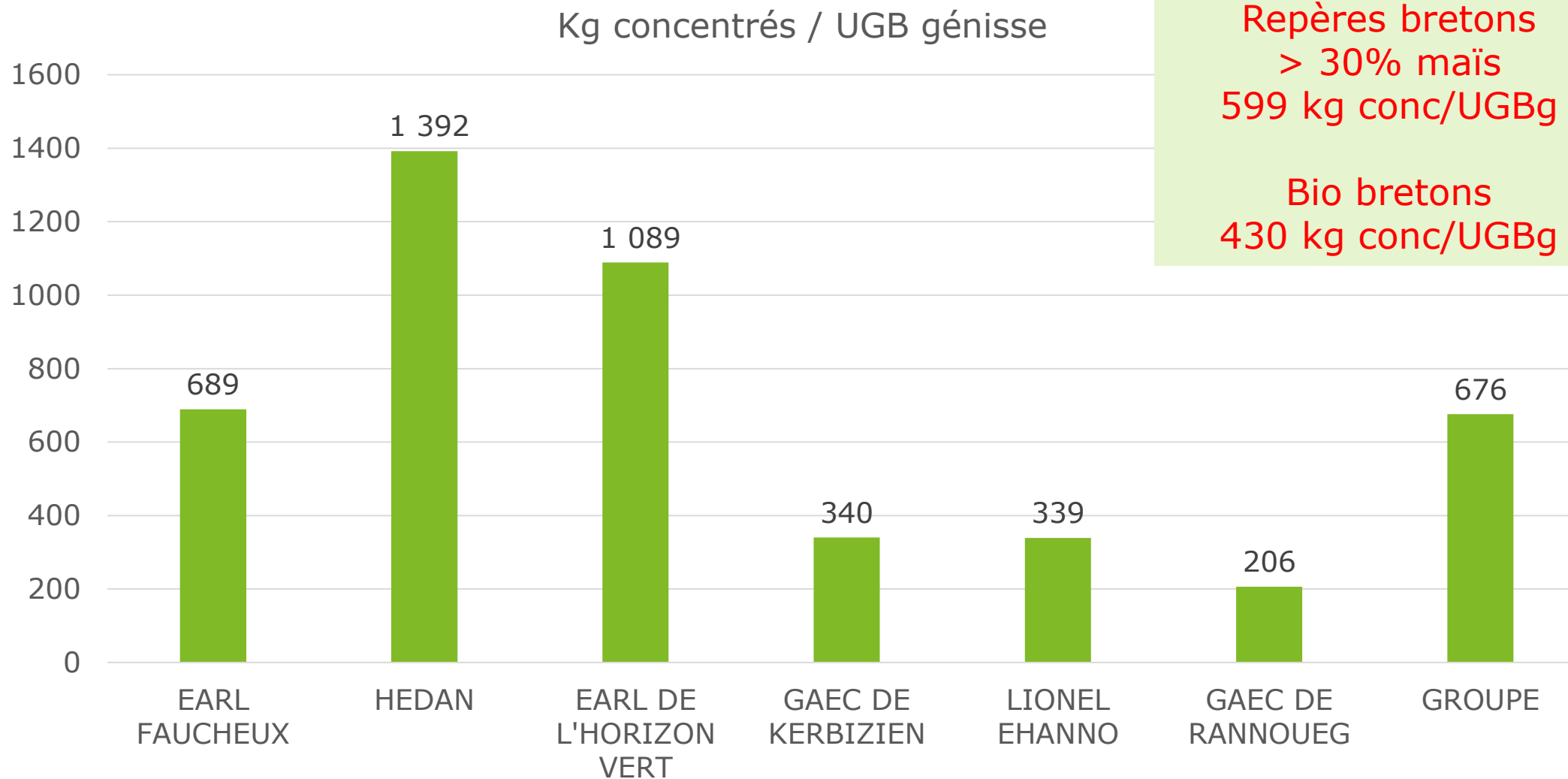
		Situation initiale	Situation finale
Évolution technique	Âge au vêlage (mois)	29	24
	Kg concentrés/génisses élevée	583	692
Exploitation agricole	Émission de GES (kg eq CO ₂ /ha SAU)	5 074	4 874
	Stockage carbone (kg eq CO ₂ /ha SAU)	1 395	1 326
	Excédent du bilan azote (kg N/ha SAU)	66	61
Atelier lait (kg eq CO ₂ /L lait corrigé*)	Émission de GES	0,97	0,94
	Stockage carbone	0,27	0,25
	Empreinte carbone nette	0,70	0,69
Variation de l'empreinte carbone			- 1 %
Résultats économiques	EBE (€)	109 195	113 140
	EBE (%/PB)	38,8	39,5
	Annuités (€)	47 750	47 750

➤ Réduire l'âge au 1^{er} vêlage



Repères bretons
> 30% maïs et bio
28 mois

➤ Réduire l'âge au 1^{er} vêlage



Repères bretons
> 30% maïs
599 kg conc/UGBg

Bio bretons
430 kg conc/UGBg

➤ 2- Optimiser la production laitière

- Augmenter la productivité animale... jusqu'à un certain seuil...
... car au-delà : consommation élevée d'intrants !
- Trouver un compromis entre production et environnement...
et économie

Indicateurs de suivi en élevage

Taux MAT ration

Taux urée dans le lait

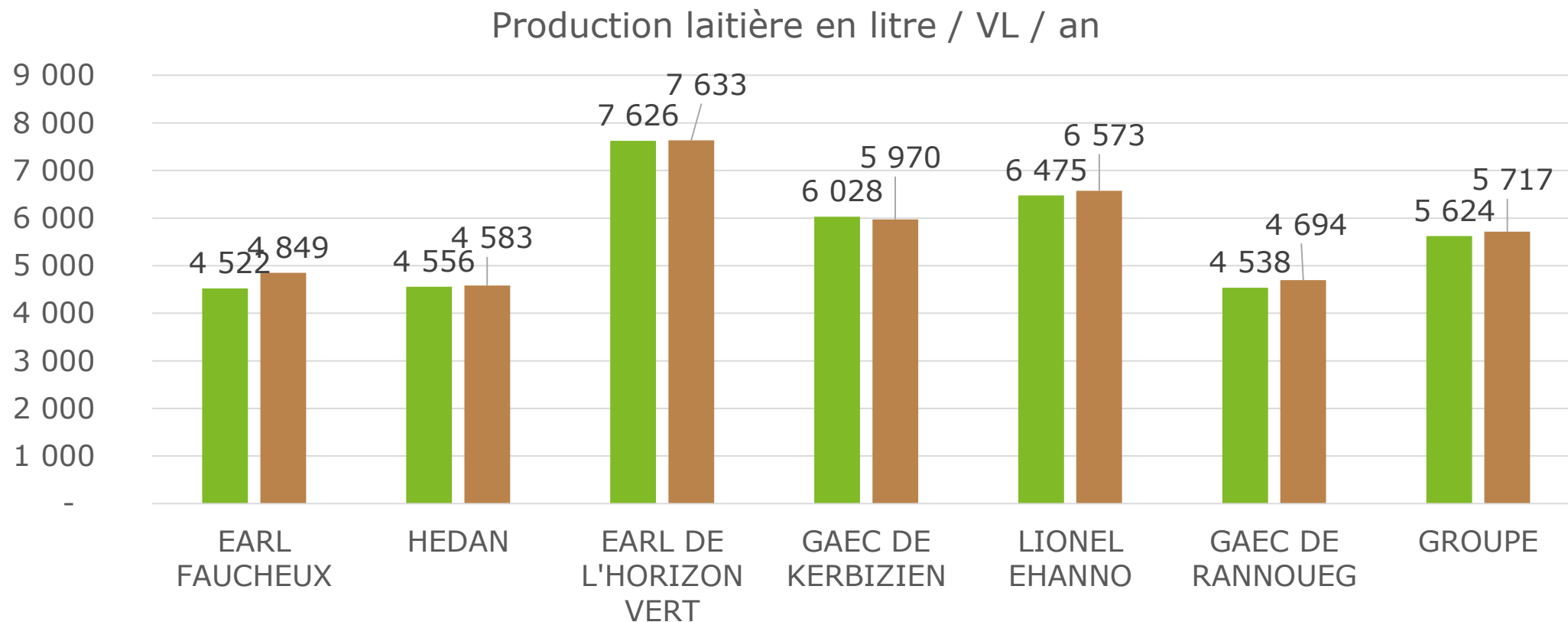
% Lait produit par R.B.E.

g concentrés/litre lait

Kg N excrété/UGB

% autonomie protéique

La fermentation entérique



92

Repères bretons :
> 30% maïs
Bio breton

■ Production laitière L/VL/an

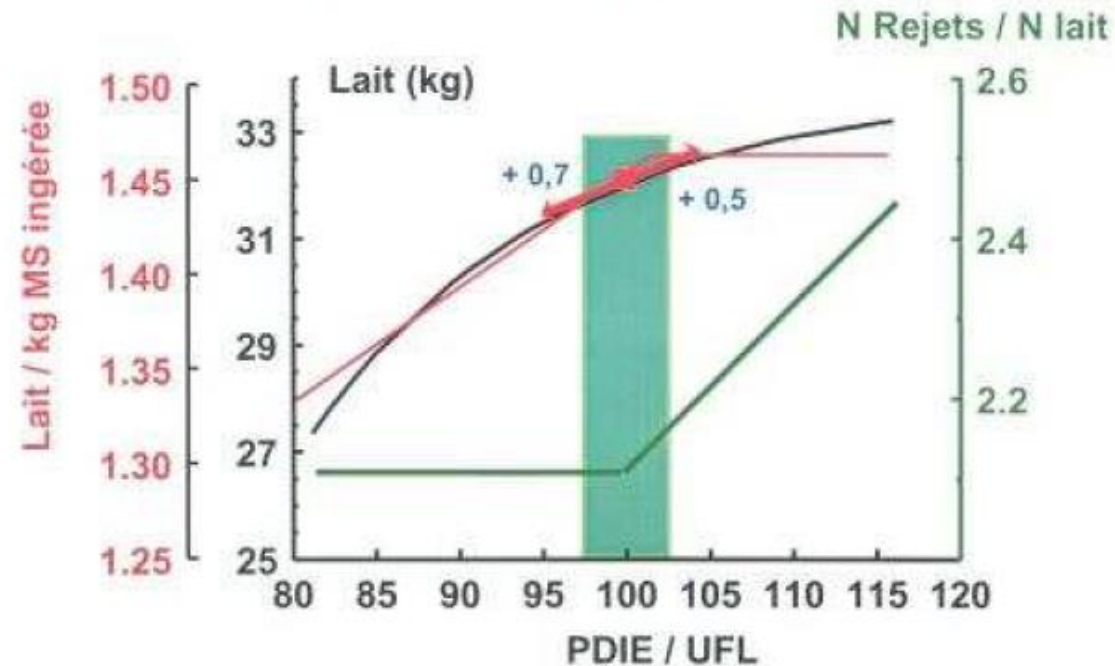
■ Production laitière corrigée / VL

7 791

5 550

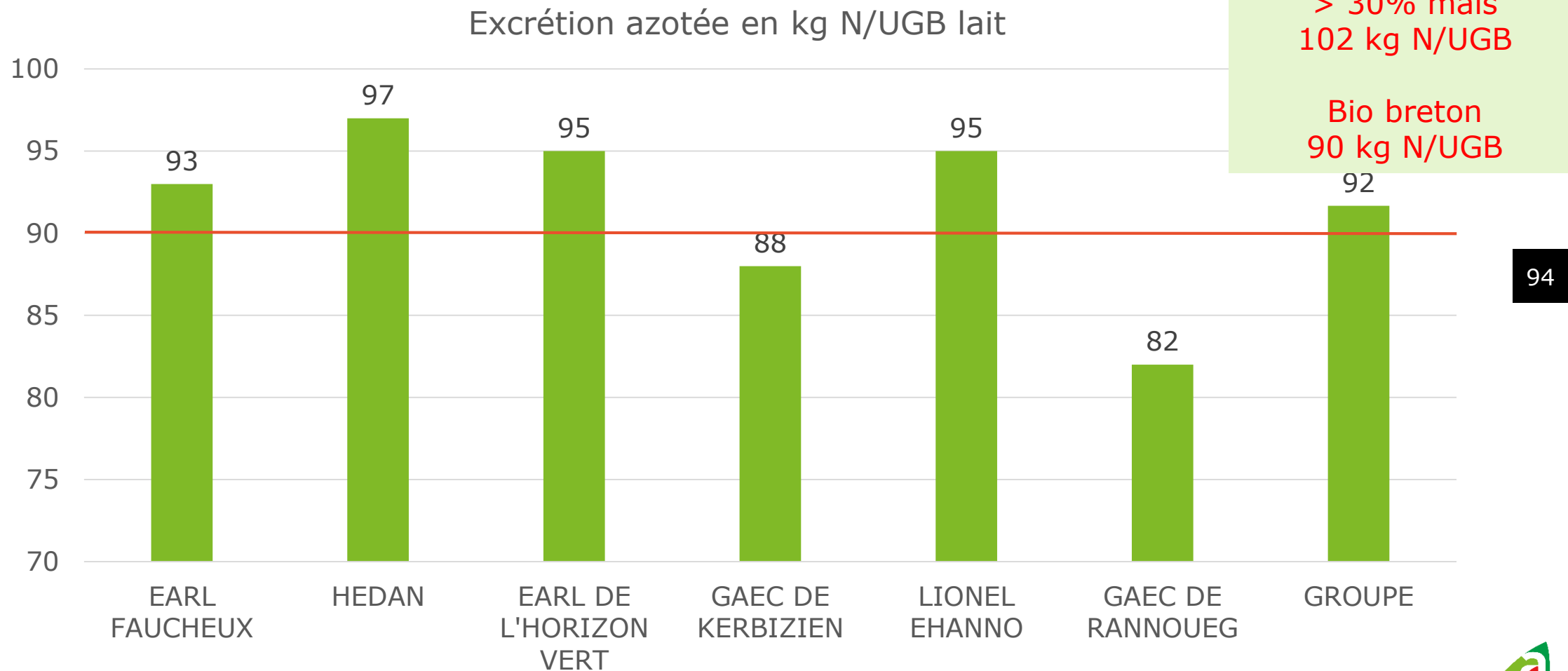
➤ Efficacité alimentaire : impact du niveau azoté

- ✓ Les performances laitières s'améliorent avec le niveau azoté des rations jusqu'à 100 g PDIE/UFL



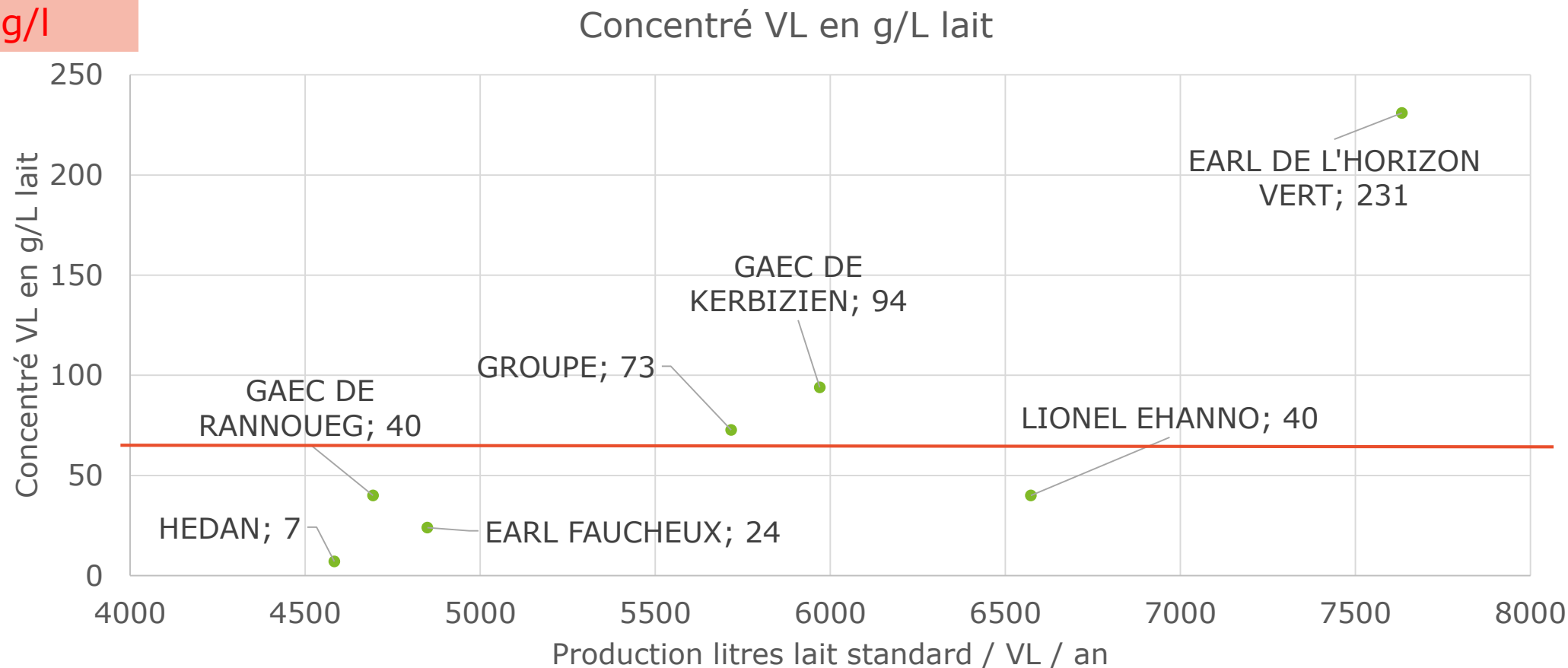
Au-delà de 100 g PDIE/UFL, la valorisation de l'azote diminue et les rejets augmentent

Cohérence ration et performances



➤ Efficacité des concentrés

Repères bio
63 g/l



➤ Effets potentiels des leviers d'action

JB. Dollé, 2011

Leviers	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Empreinte carbone nette des produits lait et viande
➡ Réduire âge au vêlage	-	-	-	5 à 10%
➡ Renouvellement	-	-	-	0 à 5%
➡ Optimisation sanitaire	-	-	-	2 à 5%
Amélioration génétique	-	-	-	2 à 10%
Augmenter prod lait/VL	-	-	+/-	-5 à 10%

96

➤ Limiter les émissions de CH₄ par l'alimentation

Augmenter % de concentrés

Parmi les concentrés glucidiques, richesse en amidon (céréales)

Fourrages à forte digestibilité (herbe jeune/épiée; légumineuse et chicorée/RGA)



Parmi les céréales, vitesse de digestion dans le rumen élevée (blé, orge)

Addition d'acides gras polyinsaturés (lin, colza, tournesol)

Additifs (nitrates, tanins, huiles essentielles)

La fermentation entérique

- Mesure des émissions de méthane sur trois types d'affouragement en vert à l'INRA de Méjusseume
 - RGA pur
 - RGA + TB (40%)
 - RGA + Chicorée (40%)

	RGA pur	RGA-TB	RGA-Chicorée	Statistiques
g CH ₄ /VL/j	459	465	389	NS
g CH ₄ /kg lait	22,8 a	18,6 ab	17,3 b	S
g CH ₄ /kg MSI	31,3 a	26,7 ab	24,6 b	S

- 24 % d'émissions de méthane entérique entre RGA pur et RGA-chicorée

Effets potentiels des leviers d'action

JB Dollé, 2011

Leviers	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Empreinte carbone
+ de concentrés	-		+	0 à 5%
Qualité des fourrages	-			0 à 3%
Apport lipides	-			3 à 7%
Additifs alimentaires	-	-	-	??

➤ Les leviers possibles



Les leviers
« Alimentation »

100

Optimiser les quantités et la nature des concentrés azotés

- Diminuer les achats de concentrés
 - Ajuster les apports aux besoins des animaux
 - Baisser les quantités de concentrés



Système considéré : NE de JB moyen.

Témoin : Surconsommation de concentrés (surestimation du potentiel d'un taurillon).

Hypothèse testée : Ajustement de la quantité de concentrés aux besoins des taurillons.

101

	Critères techniques*	GES nets	Energies	Economie
Optimisation des quantités de concentrés	-78 kg de concentrés/JB/an -6,4 kg N rejeté/UGB/an	-11%	-4%	-36€/JB/an sur les concentrés**

*sur la base d'une ration de concentrés composée à 80% de blé et 20% de tourteaux de soja

**conjoncture de 2012



Optimiser les quantités de concentrés

- Réaliser une transition alimentaire progressive en diminuant les quantités de concentrés de 300 g tous les 2 jours.
- Récolter des fourrages de qualité.
- Réaliser un suivi mensuel des concentrés consommés pour garder une bonne maîtrise de ces derniers.
- Adapter la complémentation des génisses laitières à son objectif d'âge au vêlage.



Impact économique

Coût du concentré : - 12 990 €
soit - 112 €/UGB

Produit viande : - 1 317 €

Produit lait : + 275 €

Impact sur le revenu disponible :
+ 12 800 € SOIT 6 400 €/UTH



Impact environnemental

La baisse des taux butyreux entraîne une légère diminution du lait vendu corrigé. Les fermentations entériques, ramenées au litre de lait, sont en légère augmentation. En parallèle, la baisse des quantités de concentrés permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre indirectes.

Intérêt du levier

Ce levier permet de réduire les achats de concentré et ainsi de mieux valoriser les fourrages ingérés. La réduction de l'achat de concentré permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à l'alimentation du troupeau et d'améliorer l'excédent brut d'exploitation.

Évolution de l'empreinte environnementale à l'échelle de l'exploitation et de l'atelier lait, entre les situations initiale et finale :

		Situation initiale	Situation finale
Évolution technique	Production laitière	8 600 l	8 600 l
	Quantité de concentré	2 408 kg/VL/an	1 850 kg/VL/an
Exploitation agricole	Émission de GES (kg eq CO ₂ /ha SAU)	5 425	5 275
	Stockage carbone (kg eq CO ₂ /ha SAU)	283	278
	Excédent du bilan azote (kg N/ha SAU)	101	93
Atelier lait (kg eq CO ₂ /L lait corrigé*)	Émission de GES	0,89	0,85
	Stockage carbone	0,14	0,14
	Empreinte carbone nette	0,75	0,71
Variation de l'empreinte carbone			- 3 %
Résultats économiques	EBE (€)	119 800	125 700
	EBE (%/PB)	31	33
	Annuités (€)	63 900	63 900

102

Optimiser les quantités et la nature des concentrés azotés

- Privilégier une source européenne

Correcteur	Kg eq CO2/kg MB
Tx soja	1,579
Tx colza	0,46
Tx lin	0,294
Féverole	0,177
Luzerne déshydratée	0,135

103

- Soja → Colza

Système considéré : Naisseur de broutards repoussés en zone herbagère.

Témoin : 100% soja.

Hypothèse testée : 100% colza.

Critères techniques*		GES nets	Economie
100% colza	+46 kg concentrés/UGB/an 137 kg de tourteaux de colza au lieu de 91 kg de tourteaux de soja	-4%	-7€/UGB/an*

*sur la base d'une ration de concentrés composée à 80% de blé et 20% de tourteaux de soja (remplacé par du tourteau de colza)

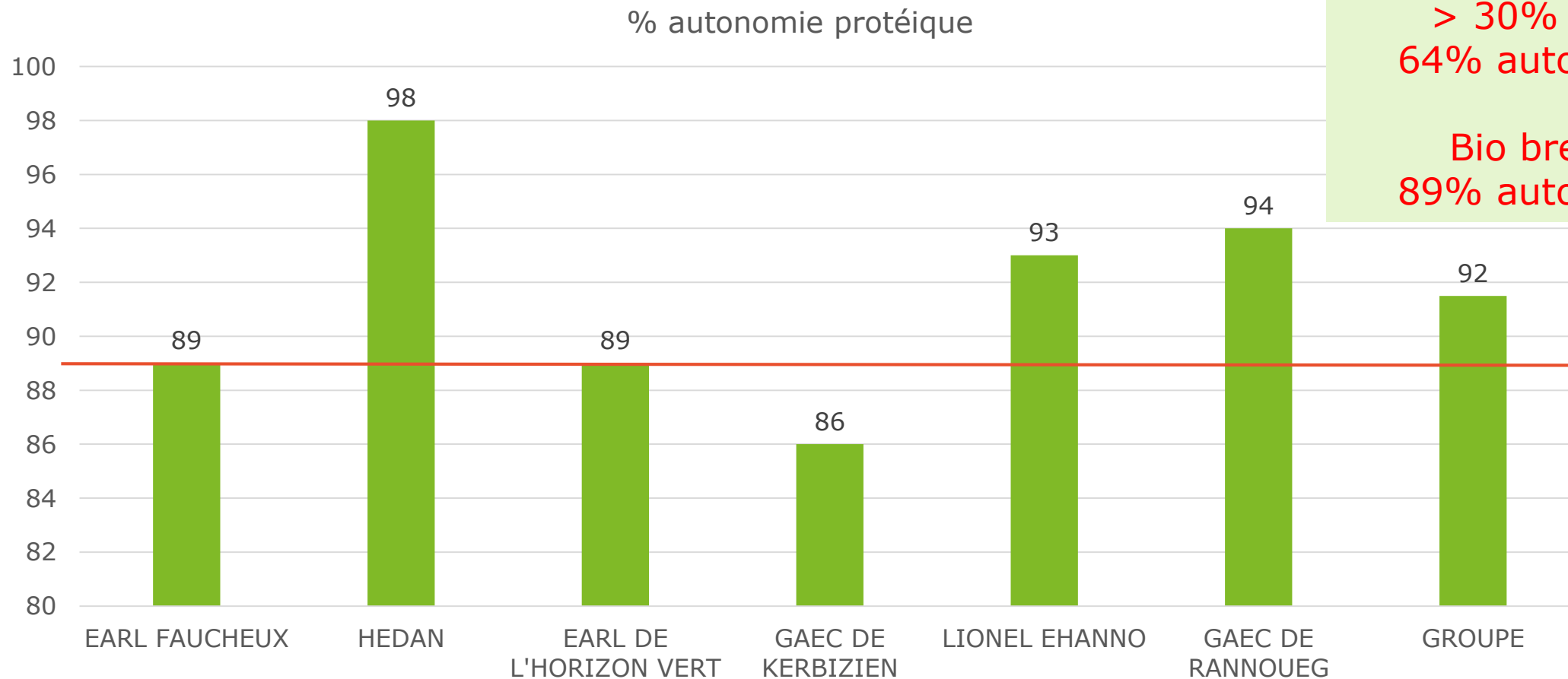
**conjoncture de 2012

Optimiser les quantités et la nature des concentrés azotés

- Produce des fourrages riches en MAT
- Favoriser l'autonomie protéique
 - Introduction de légumineuses
 - Valoriser les coproduits des cultures et les cultures intermédiaires
 - Valoriser le pâturage



Autonomie protéique



Repères bretons
> 30% maïs
64% autonomie

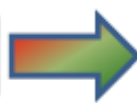
Bio breton
89% autonomie

105

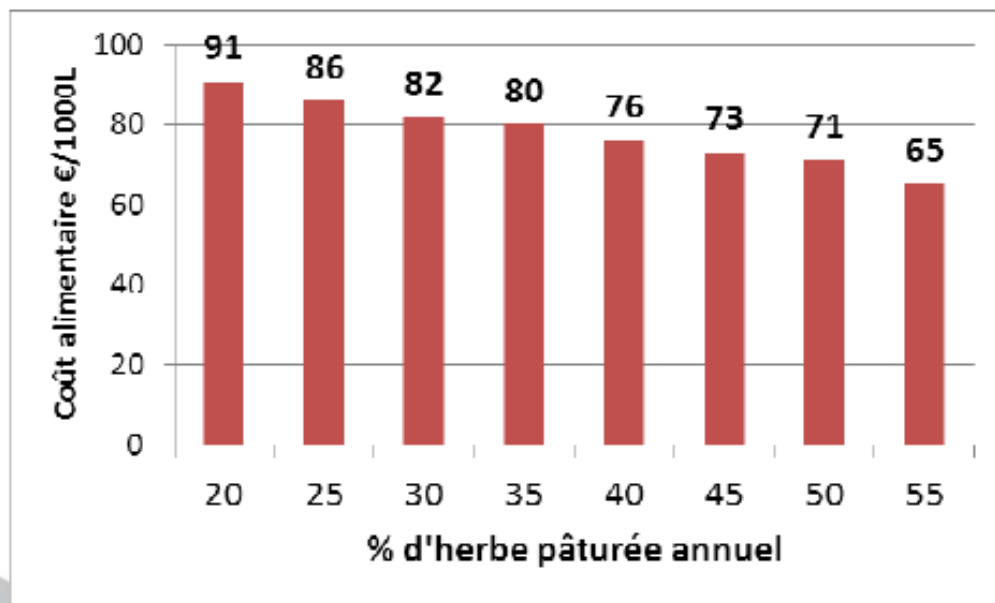
➤ Allonger la durée de pâturage

L'herbe pâturée est de loin l'aliment le plus économique

Ensilage de Maïs =
41€/T MS



Herbe pâturée = 12€/T
MS



Source : CL Bretagne 2008-09 (2000 expl)

Mais aussi :

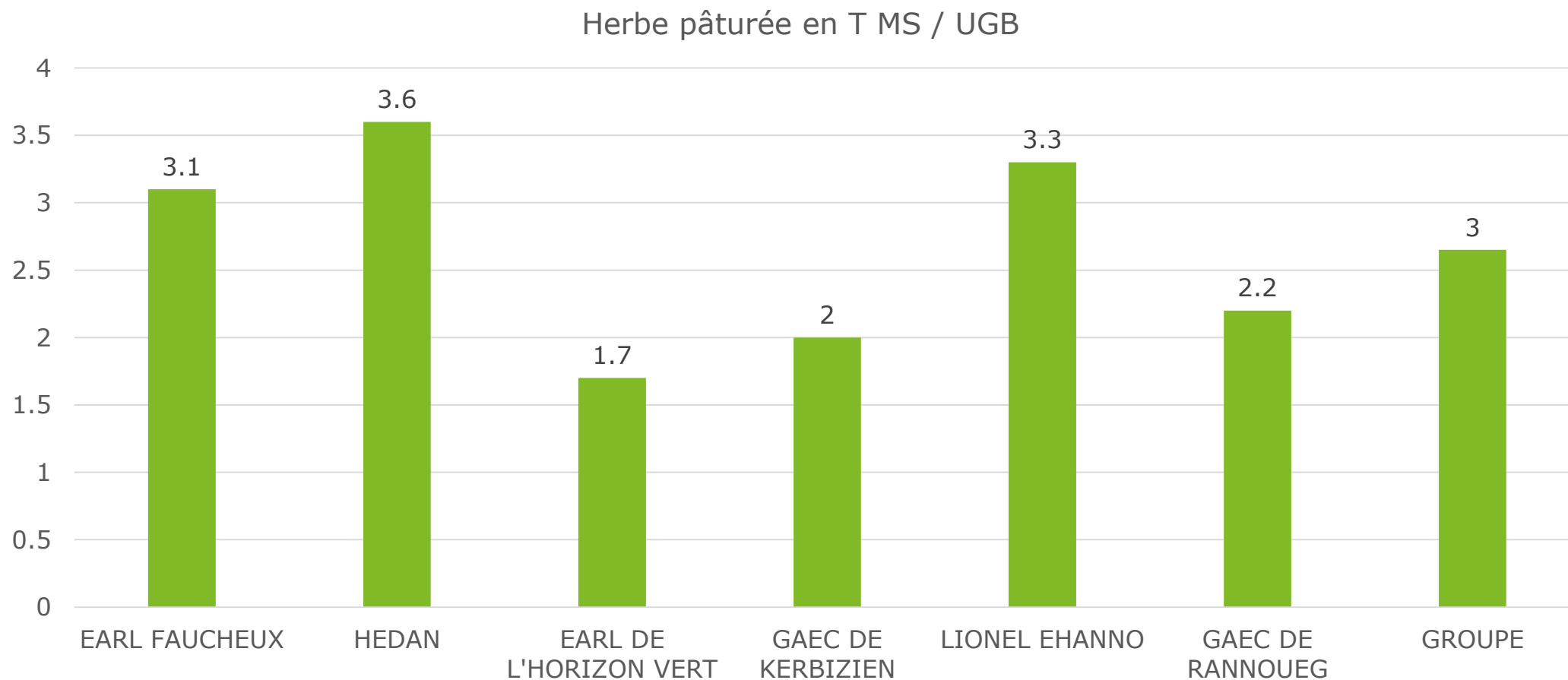
Gain de temps et de carburant (*récolte, épandage, alimentation...*)

Meilleure image pour le conso (*vache au pré*)

Meilleur profil en AG du lait (*oméga 3, AGS*)

+15% de pâturage = 2 à 4% de réduction des GES

Allonger la durée de pâturage



107

Allonger la durée de pâturage

✓ Optimiser le pâturage dans l'alimentation des animaux

- Gestion de la pousse de l'herbe (herbomètre, calendrier de pâturage...)
- Adapter le chargement animal à la pousse de l'herbe (conduite de pâturage)
- Choix d'espèces prairiales adaptées au pâturage, au type de sol et aux conditions climatiques
- Allonger la durée du pâturage annuel (déprimage, sur-semis, implantation de différents types de prairies et de dérobés)

➤ Effets potentiels des leviers d'action

JB Dollé, 2011

	Leviers	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Empreinte carbone
➔	Tx Soja / Tx colza			-	3 à 7%
➔	Autonomie protéique			-	2 à 5%
➔	Optimisation pâturage	-	-		3 à 5%

Les leviers possibles

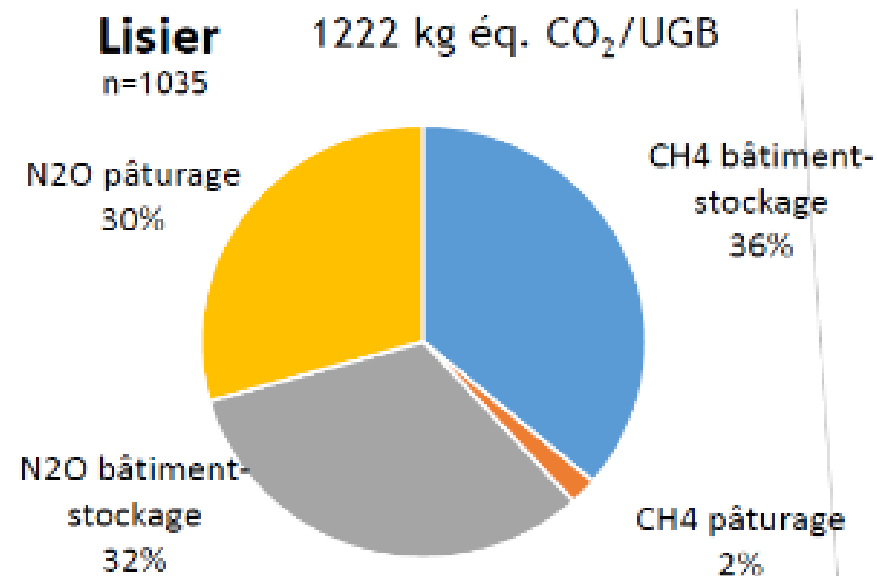
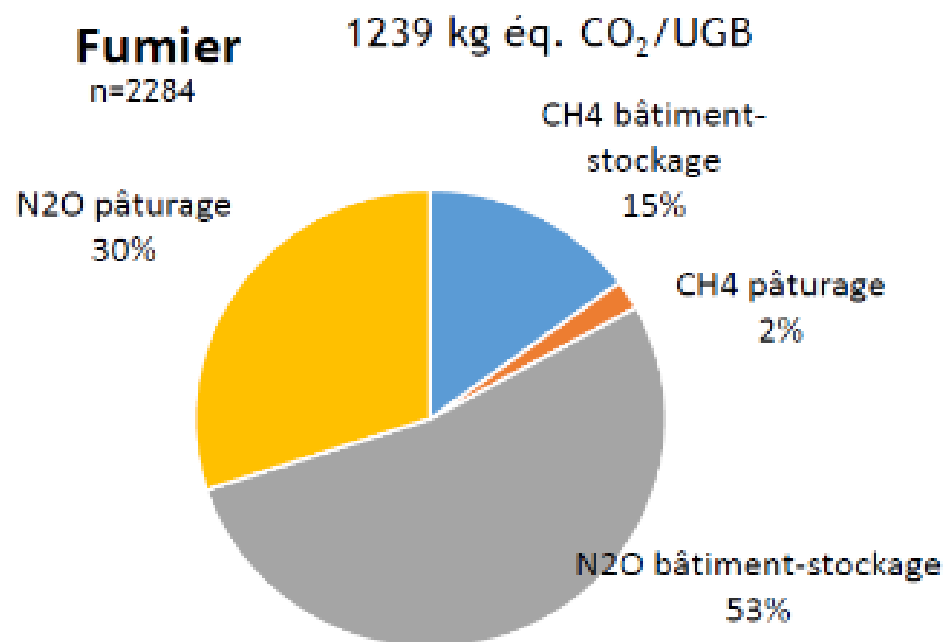


Les leviers
« Bâtiment »

110

La gestion des effluents

- A l'UGB, les émissions sont similaires, mais les émissions au bâtiment – stockage diffèrent entre les systèmes



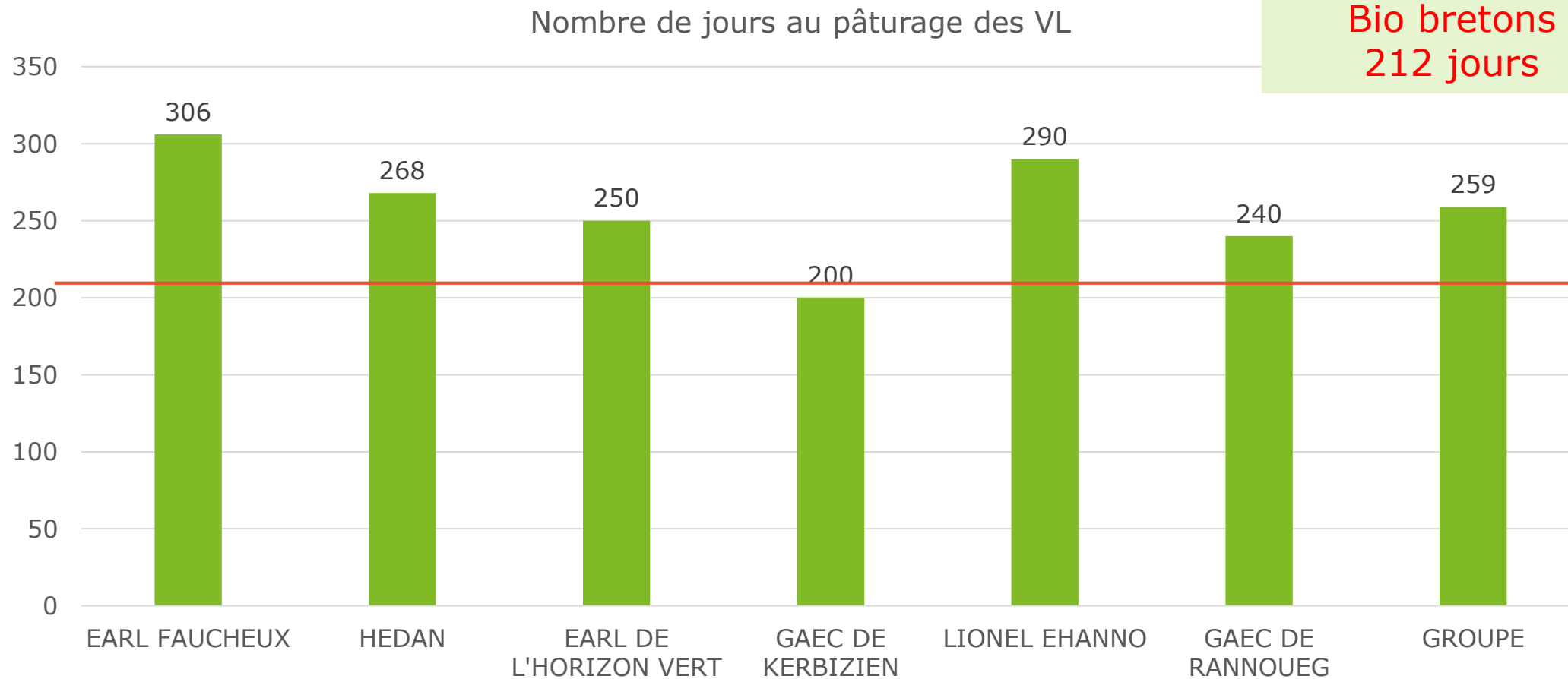
➤ Gestion des effluents en fonction du type d'effluent majoritaire

Type de bâtiment Médiane Inosys	g CH ₄ /j/UGB	g N ₂ O/j/UGB	kg eq. CO ₂ /j/UGB
Aire paillée intégrale	45	5,1	2,6
Aire paillée + aire exercice	57	3,4	2,4
Logette fumier	12	3,3	1,3
Logette lisier	71	0,8	2,0
Aire paillée + caillebotis	109	0,3	2,8

La gestion des effluents

Repères bretons
> 30% maïs
148 jours

Bio bretons
212 jours



113

La gestion des déjections

Leviers à mettre en œuvre

- Optimiser les apports de MAT de la ration pour limiter l'azote excrété
- Limiter le temps de présence au bâtiment
- Épandre avec enfouissement
 - -80 % sur les émissions d'ammoniac à l'épandage
- Couvrir la fosse
- Méthaniser les déjections
 - -50 à -60 % d'émissions de méthane au stockage
 - -15 % sur les émissions d'ammoniac à l'épandage
 - Diminution de la consommation d'énergie fossile



114

Indicateurs de suivi

Taux MAT ration

Kg N excrété/UGB

Temps passé en bâtiment

➤ Effets potentiels des leviers d'action

JB Dollé, 2011

Leviers	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Empreinte carbone
➡ Valorisation déjections		-	-	3 à 5%
➡ Optimisation teneur N ration		-	-	2 à 5%
Méthanisation	-		-	5 à 7 %
Couverture fosse lisier	-		-	0 à 2%

115

Les leviers possibles



Les leviers
« Surface »

➤ Optimiser la fertilisation

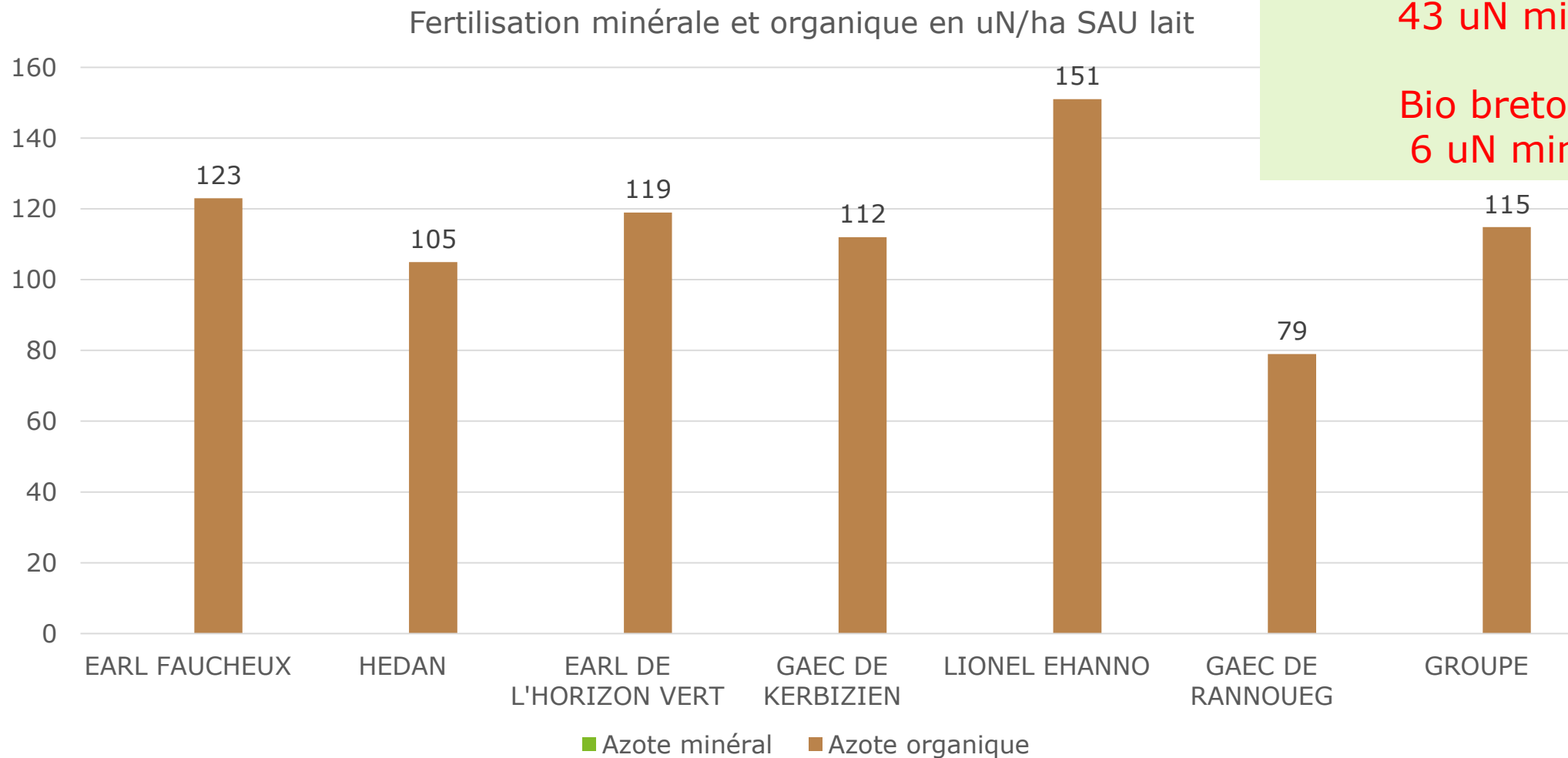
Leviers à mettre en œuvre

- Adapter le chargement animal au potentiel des sols
- Ajuster les apports aux besoins des plantes et les fractionner
- Valoriser les engrais organiques
- Introduire des légumineuses (mélanges)
- Couvrir les sols en hiver : implanter des cultures pièges à nitrates



-Limitent le lessivage de l'azote pendant l'hiver
-Apportent des fourrages pour les animaux (azote)
-Apportent de l'azote pour les cultures suivantes

La gestion de l'azote



Repères bretons
> 30% maïs
43 uN min

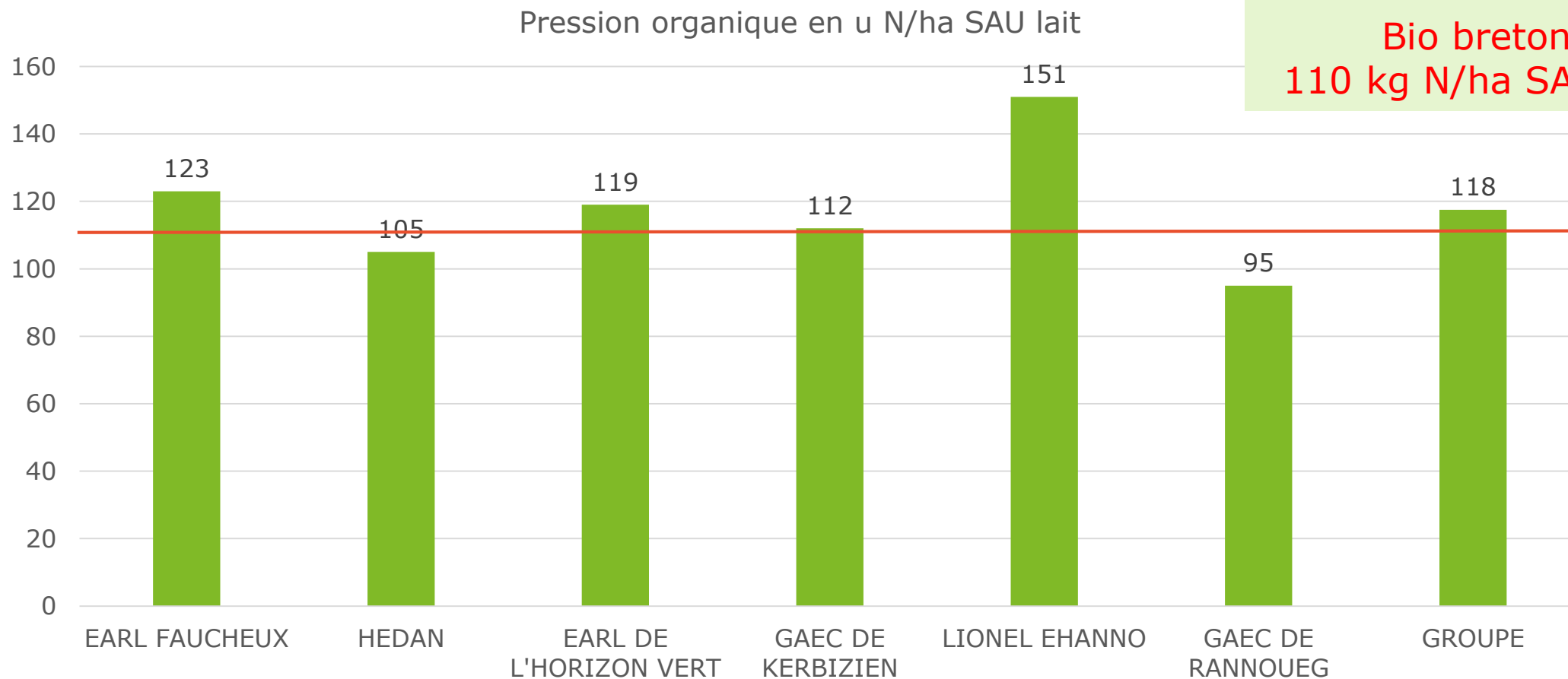
Bio breton
6 uN min

118

La gestion de l'azote

Repères bretons
> 30% maïs
104 kg N/ha SAU lait

Bio breton
110 kg N/ha SAU lait



119

➤ Effets potentiels des leviers d'action

JB Dollé, 2011

Leviers	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Empreinte carbone
➔ Réduction ferti N		-	-	2 à 5%
➔ Légumineuses		-	-	2 à 5%
Couverts végétaux		-	-	2 à 5%
Inhibiteur nitrification		-	-	0 à 5%

120

➤ Optimiser la gestion des surfaces

Moyens mis en œuvre

- Sur une même surface, faire pâturer les animaux plus longtemps
 - Herbe : source d'azote pour les animaux
- Alternance fauche / pâture
 - Conditionne la fertilisation via les déjections
- Choix de la rotation
 - Du maïs succédant une prairie
- Augmenter la durée des prairies temporaires

121



➤ Maintenir les surfaces en prairie

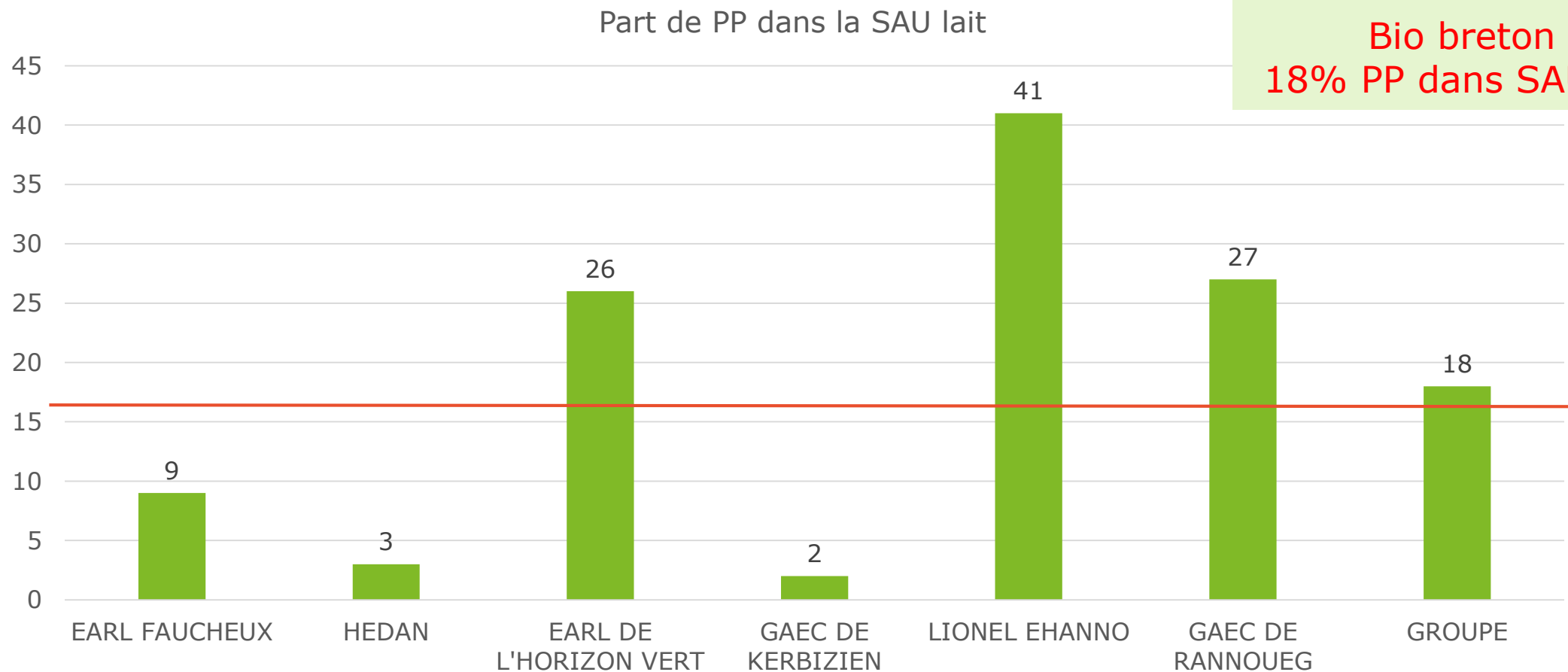
- L'élevage est le seul secteur d'activité à pouvoir compenser ses émissions



Maintenir les surfaces en prairies

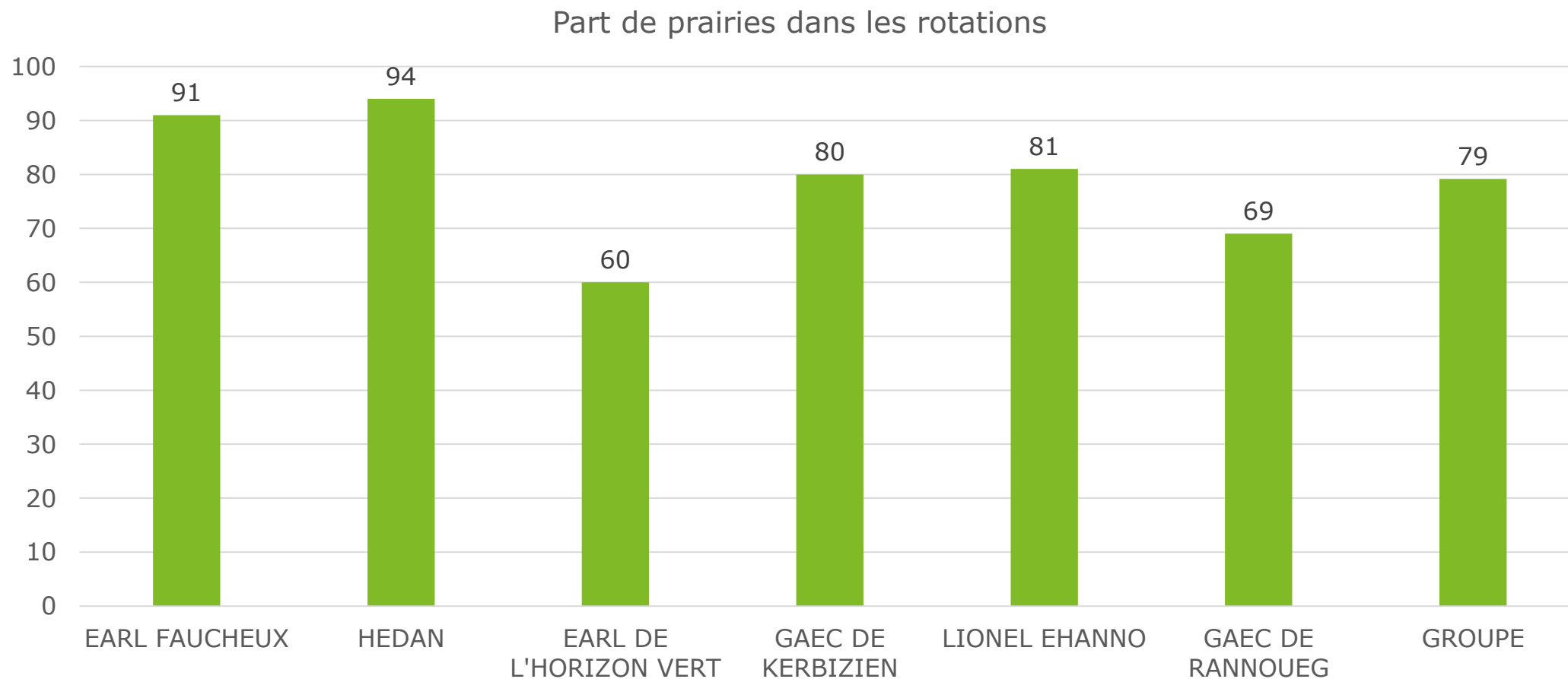
Repères bretons
> 30% maïs
8% PP dans SAU lait

Bio breton
18% PP dans SAU lait



123

Maintenir les surfaces en prairies

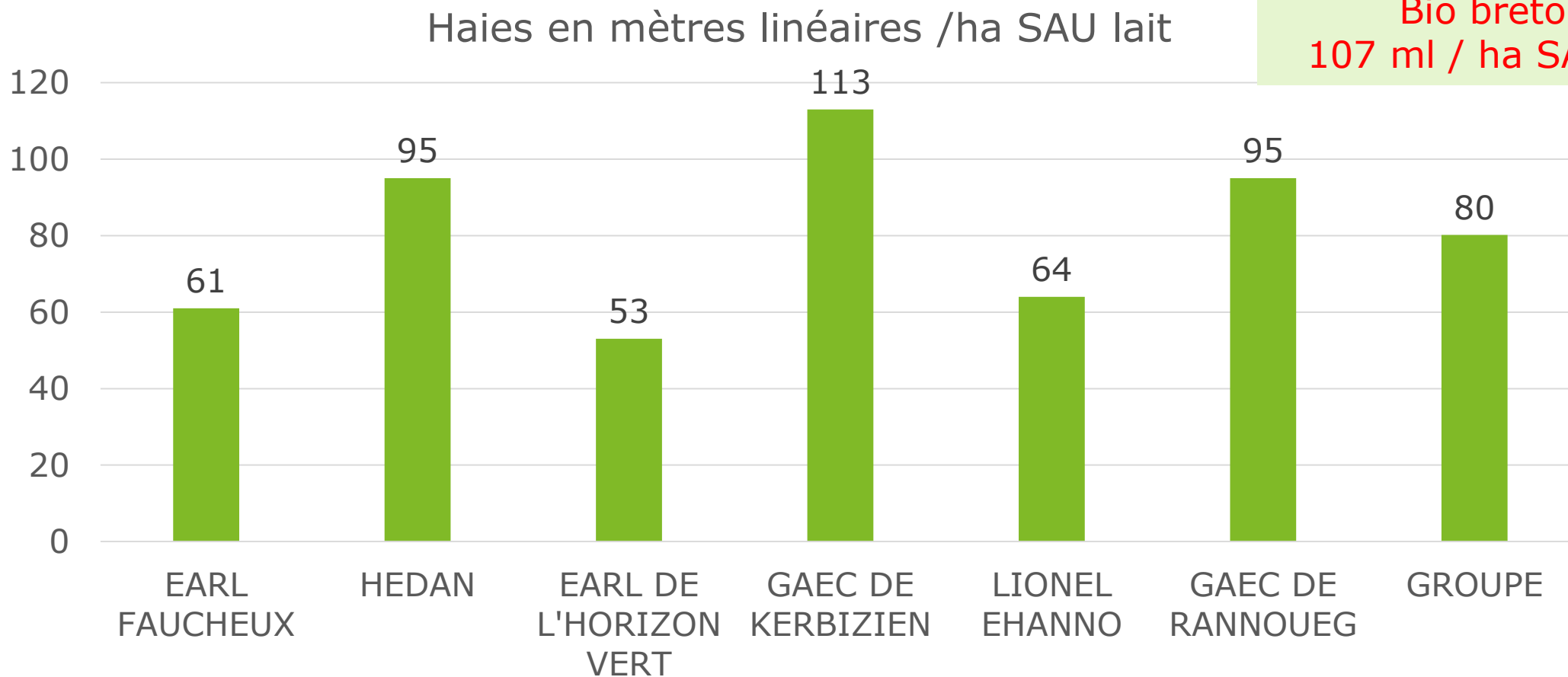


124

L'importance des haies

Repères bretons
> 30% maïs
135 ml / ha SAU lait

Bio breton
107 ml / ha SAU lait



➤ Effets potentiels des leviers d'action

JB Dollé, 2011

	Leviers	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Empreinte carbone
➡	+ part PP			-	3 à 10%
➡	Haies			-	3 à 10%
➡	Durée de vie des PT			-	3 à 5%

126

➤ Les leviers possibles



Les
autres
leviers

127

➤ Réduire la consommation de fioul

Postes consommateurs

- Bâtiment : alimentation, paillage, raclage, curage...
- Champs : travail du sol, irrigation, traitement des cultures, récolte, ...

Moyens à mettre en œuvre

- Privilégier un circuit court au bâtiment
- Avoir une conduite économe et adapter le matériel

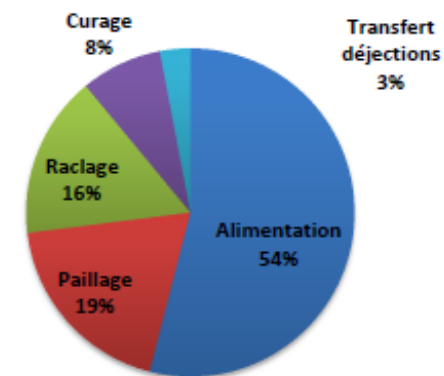
Système considéré : Naisseur pur moyen.

Hypothèse testée : -10% sur la consommation de fioul.

	Critères techniques	GES nets	Energies	Economie
Régler ses tracteurs et adopter une conduite économe	-8 litres de fioul/UGB	-1%	-6%	-7€/UGB/an*

*conjoncture de 2012

Idele, 2013, Analyse de la BDD Inosys

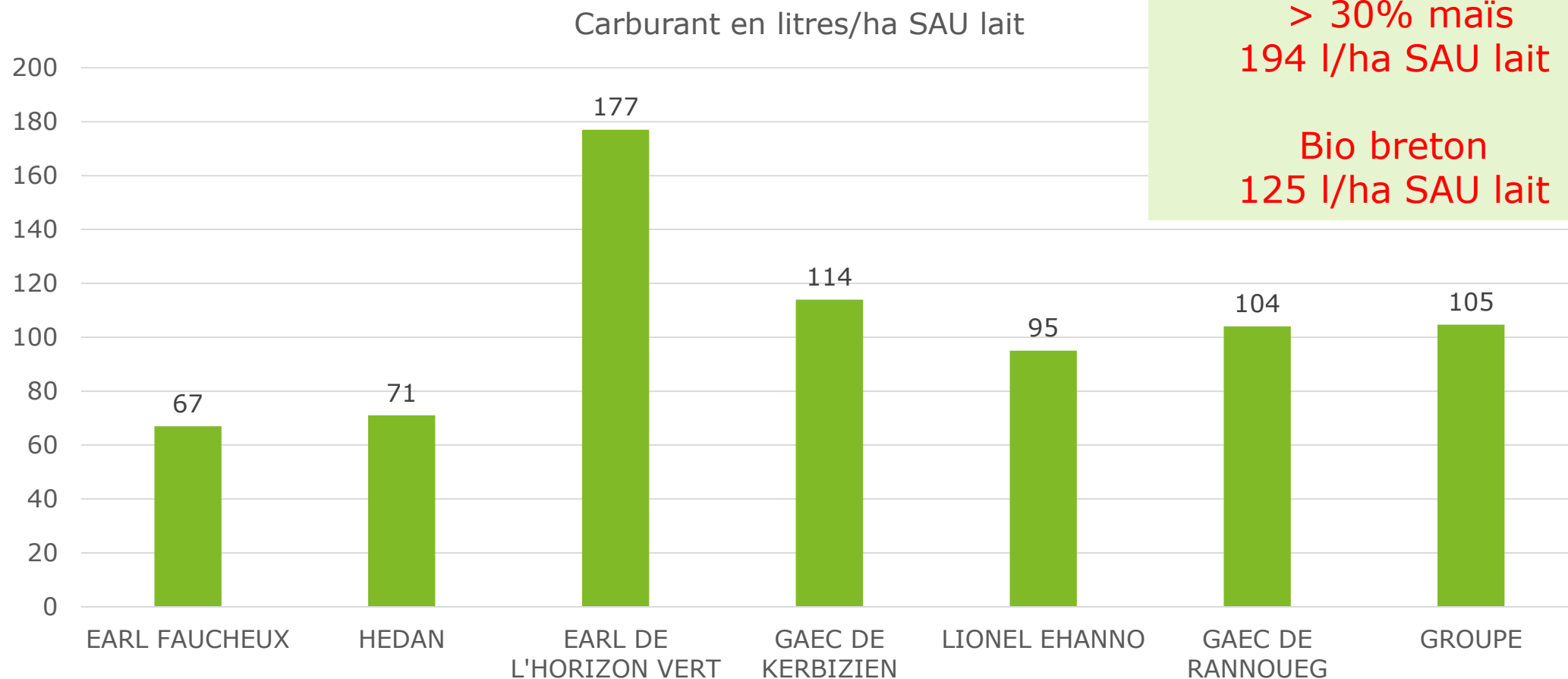


128

-10 à -20% sur la consommation de fioul liée au tracteur



➤ Réduire la consommation de fioul



129

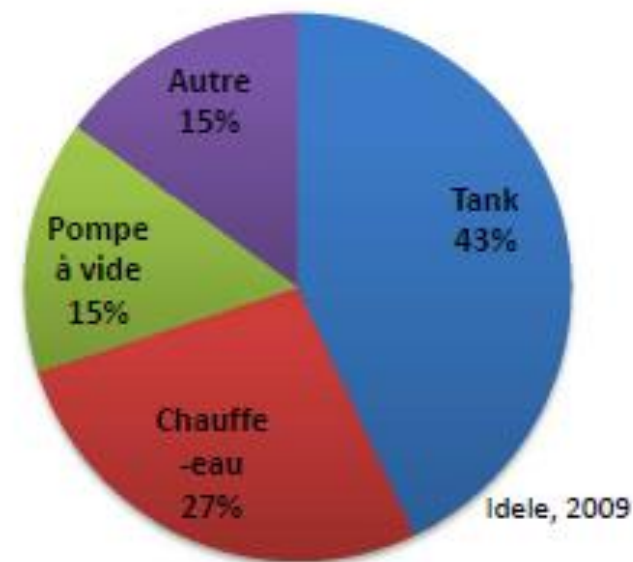
➤ Réduire la consommation d'électricité

- **Postes consommateurs**

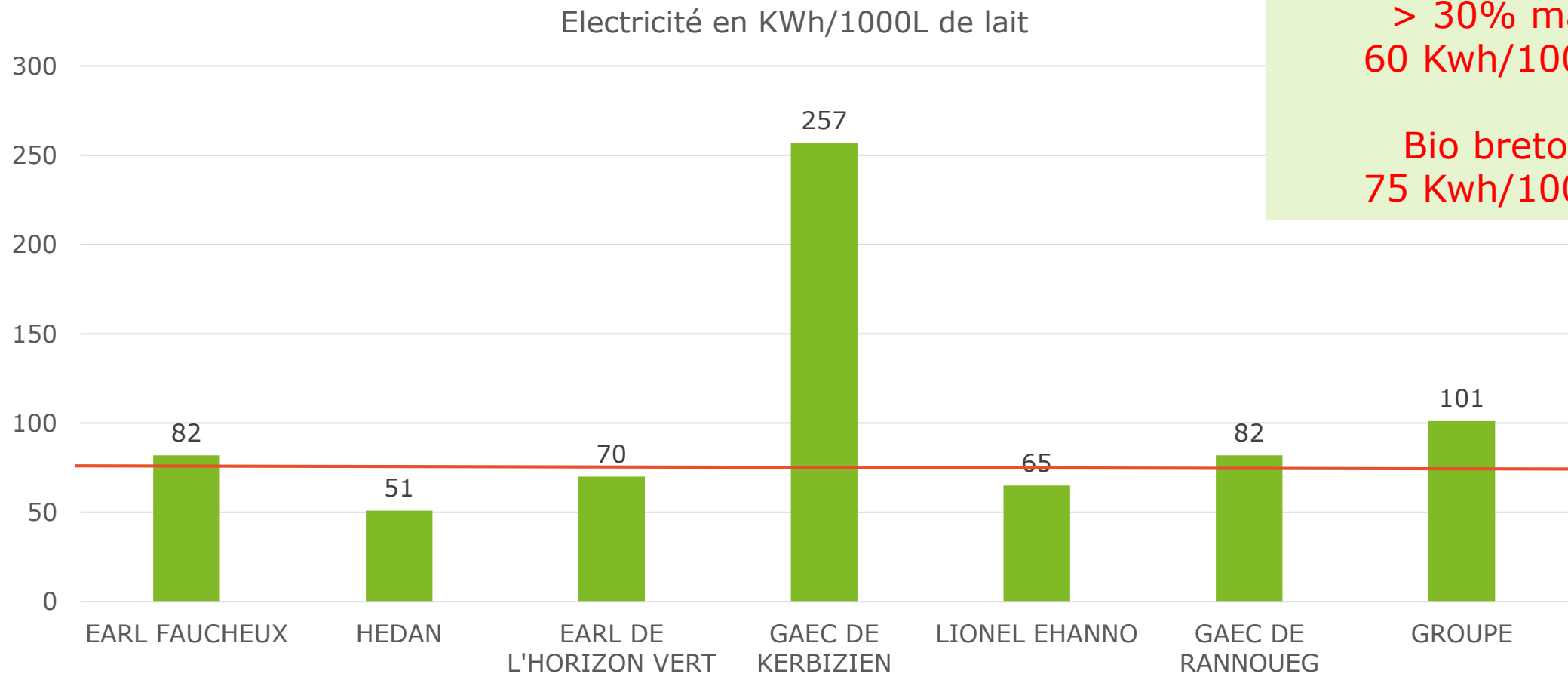
- Bloc traite en système laitier
- Autres (éclairage, racleur, DAC, DAL...)
- Irrigation → difficile à réduire

- **Moyens à mettre en œuvre**

- Installer un pré-refroidisseur de lait :
 - -40 à -50% sur la consommation du tank
- Installer un récupérateur de chaleur :
 - -70% à -80% sur la consommation du chauffe-eau



➤ Réduire la consommation d'électricité



Repères bretons
> 30% maïs
60 Kwh/1000 l

Bio breton
75 Kwh/1000 l

131

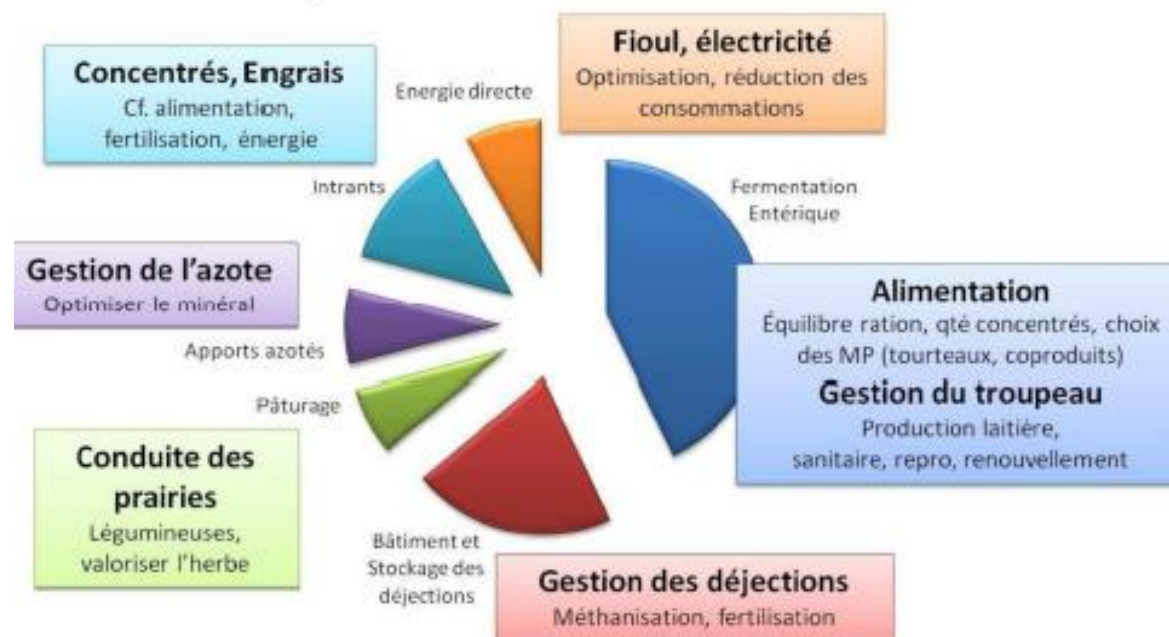
Effets potentiels des leviers d'action

JB Dollé, 2011

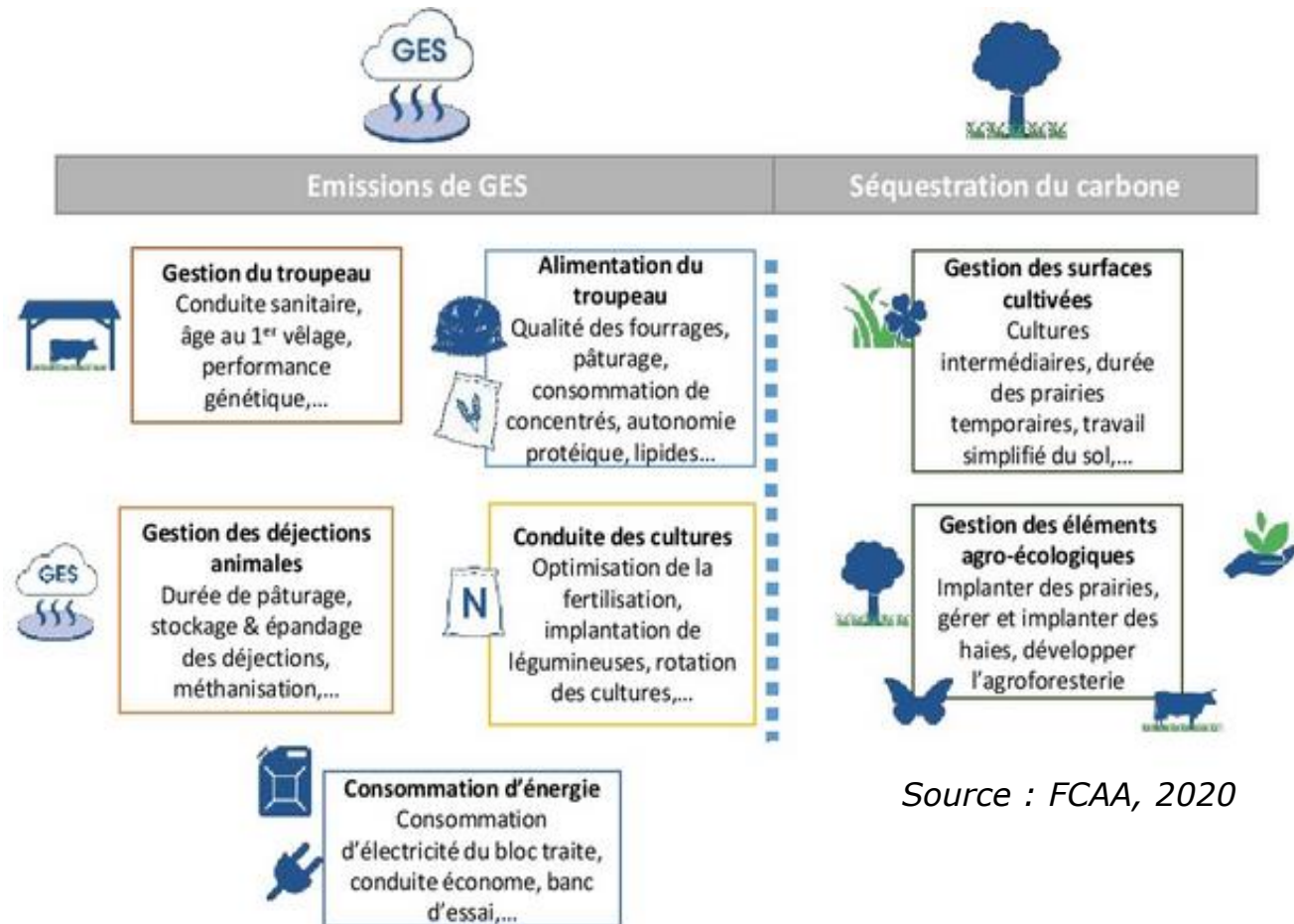
Leviers	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Empreinte carbone
Electricité : pré refroidisseur, récupérateur de chaleur, chauffe eau solaire			-	< 1%
Fioul			-	1 à 2 %

➤ Une diversité de leviers d'actions

- Efficaces sur les GES et les autres enjeux environnementaux : *Energie, qualité de l'air et de l'eau, biodiversité*
- Compatibles avec la performance technique et économique : *autonomie alimentaire, maîtrise des coûts de production, gestion du troupeau*

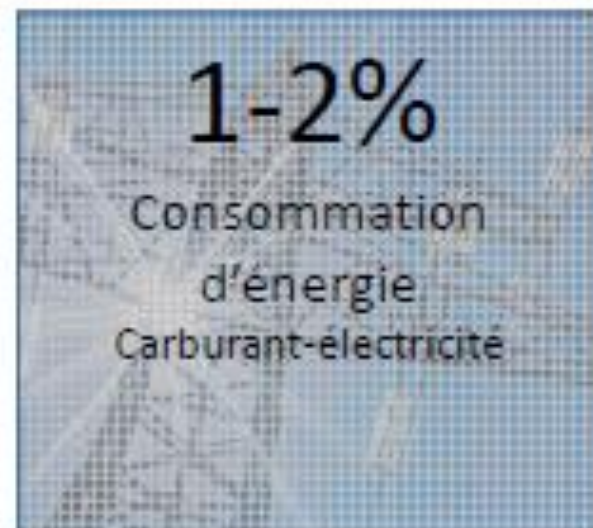
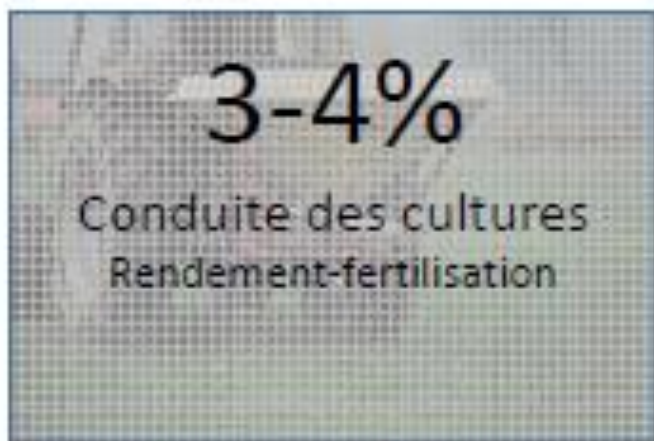
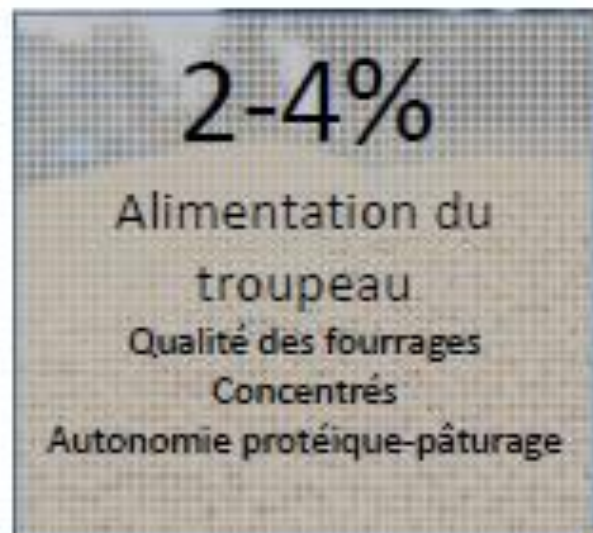


Les leviers d'action pour améliorer son empreinte carbone

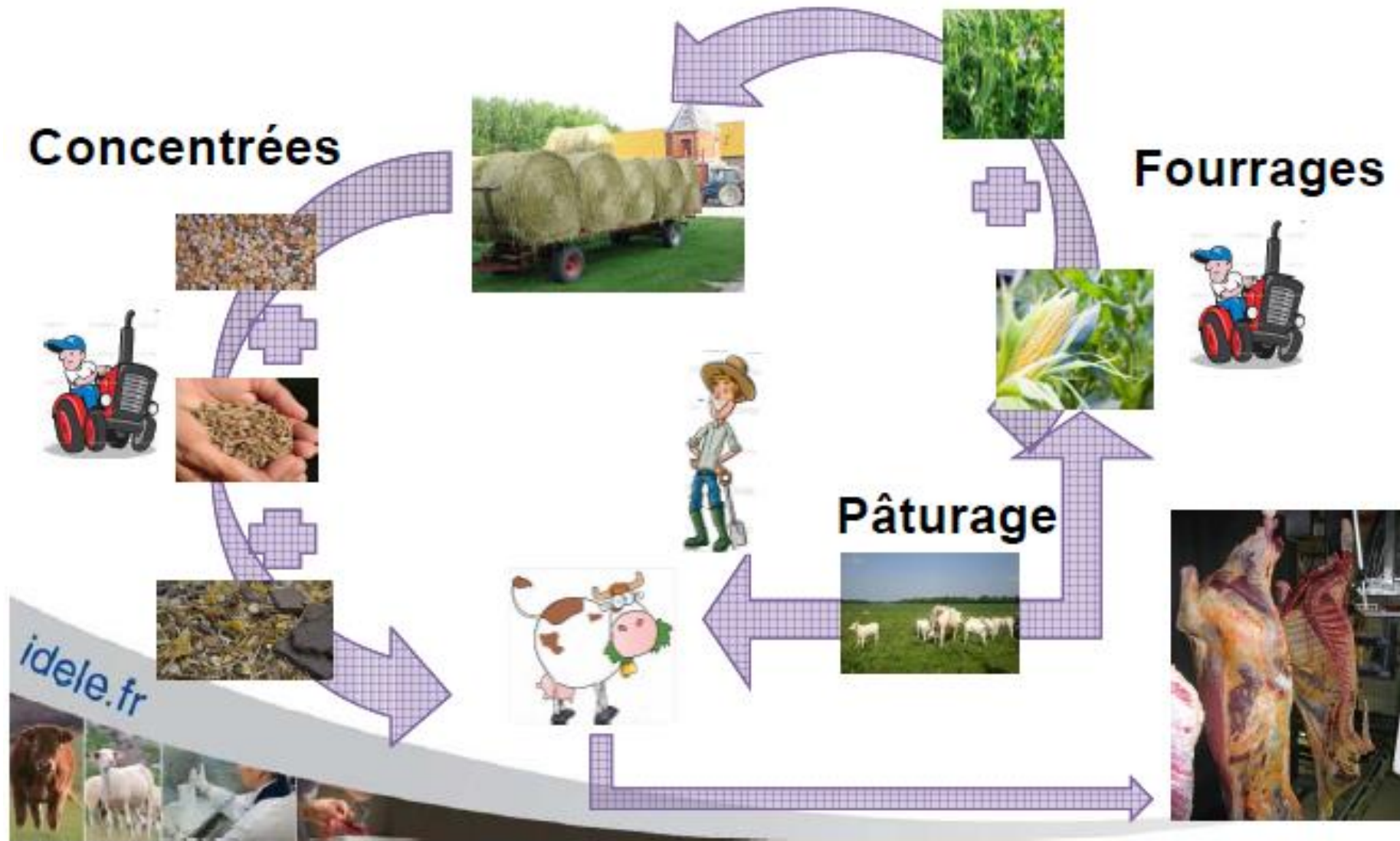


Source : FCAA, 2020

➤ Les solutions applicables et leur potentiel



➤ **Au-delà des leviers « simples »,
c'est l'optimisation du système fourrager et
d'élevage qu'il faut envisager dans sa globalité**





Quel plan d'action sur vos exploitations ?

137



Les pratiques mises en place pour améliorer l'empreinte carbone des fermes innovantes



Des choix différents selon les régions

Basse Normandie

- Autonomie alimentaire
- Age au vêlage
- Légumineuses
- Méthanisation
- Fourrages
- Fertilisation

Nord Pas de Calais

- Energie
- Fertilisation
- Productivité des vaches

Bretagne

- Pâturage
- Concentrés
- Autonomie alimentaire
- Légumineuses
- Haies
- Age au vêlage

Lorraine

- Autonomie alimentaire
- Pâturage
- Légumineuses

Pays de la Loire

- Méthanisation
- Autonomie alimentaire
- Productivité des vaches
- Age au vêlage
- Haies
- Légumineuses

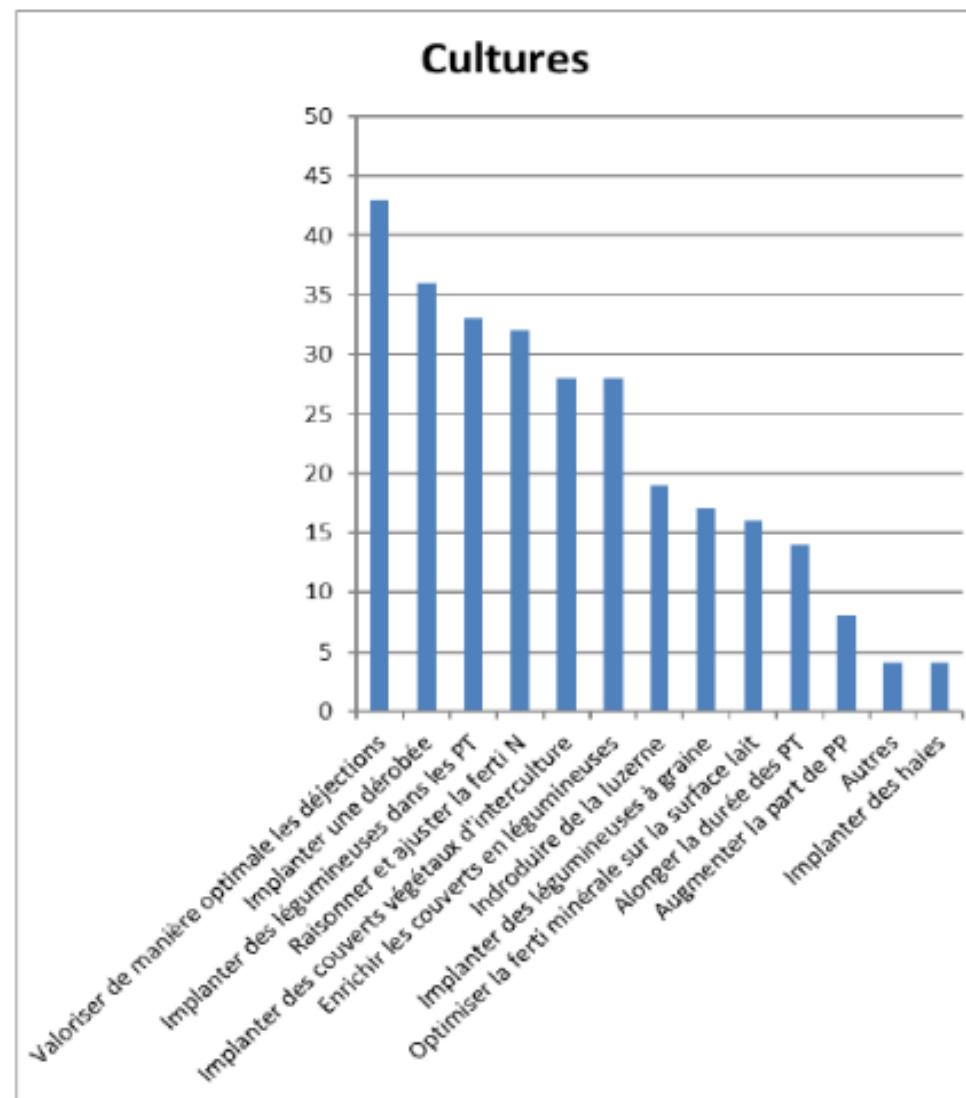
Rhône Alpes

- Légumineuses
- Autonomie alimentaire
- Fertilisation

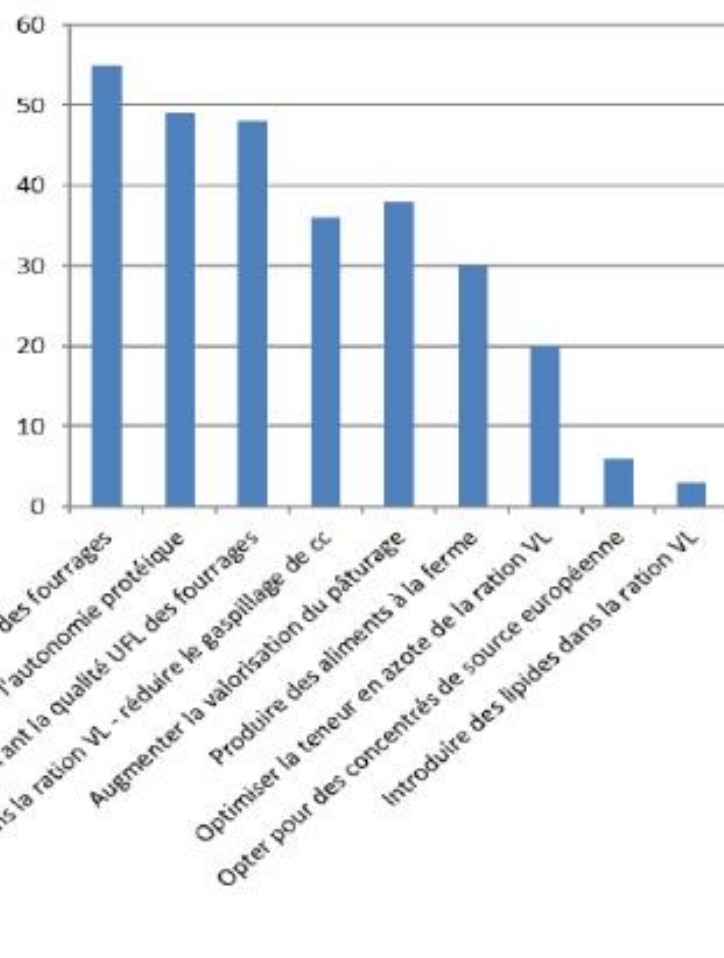


► Famille culture : 3 premiers choix :

- Mieux gérer les dérobées (53% des éleveurs)
- Valoriser de manière optimale les déjections (25 % des éleveurs)
- Planter des légumineuses dans les PT (21% des éleveurs)



Ration

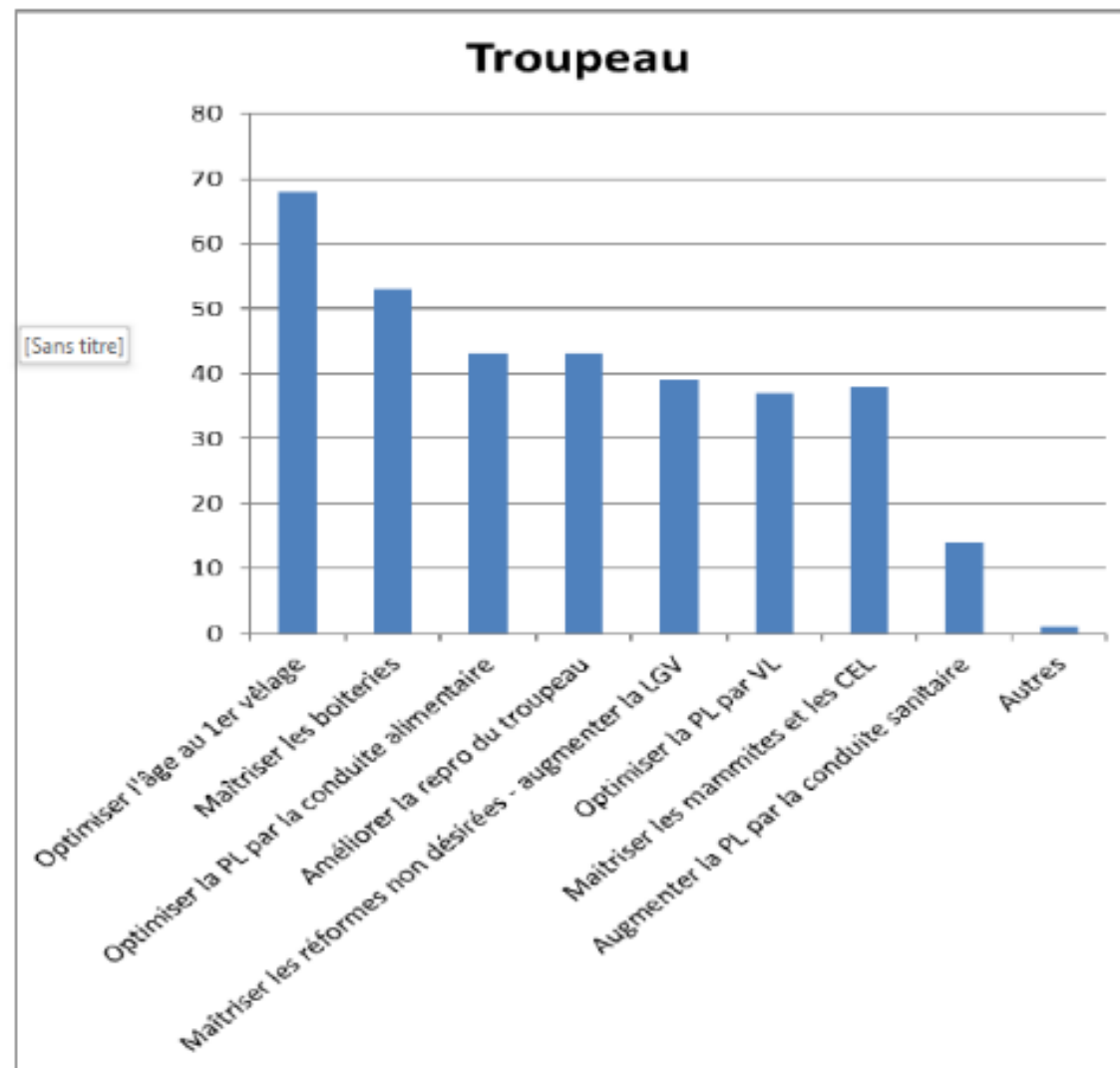


► Famille Ration :

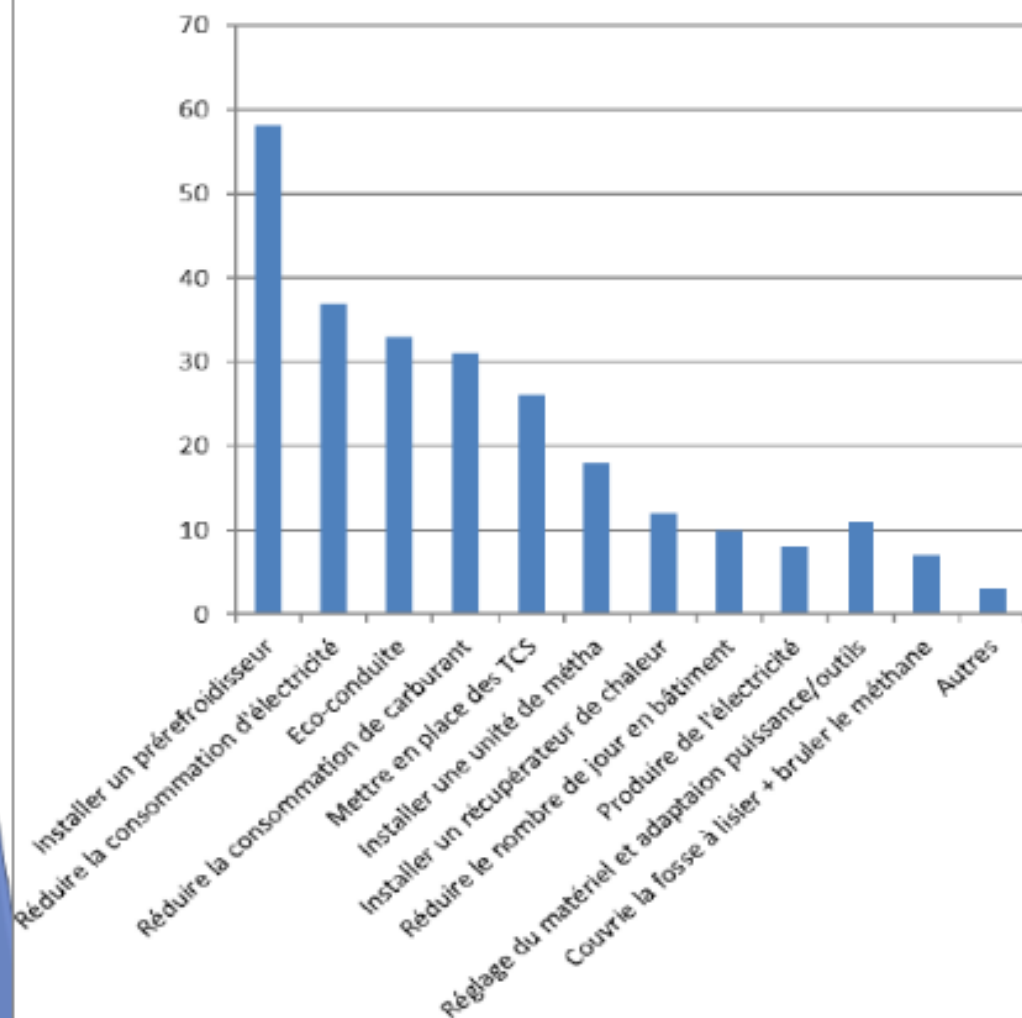
- Augmenter la teneur en MAT des fourrages (31% des éleveurs)
- Favoriser l'autonomie protéique (28% des éleveurs)
- Augmenter la production laitière par la qualité UFL des fourrages (27% des éleveurs)
- Augmenter la valorisation des prairies (22% des éleveurs)

► Famille troupeau

- Optimiser la production laitière (46% des éleveurs)
- Optimiser l'âge au vêlage des génisses (39% des éleveurs)
- Maîtriser les boiteries (30% des éleveurs)



Energies et gestion des effluents



► Famille Energie :

- Investir dans un pré-refroidisseur récupérateur de chaleur (35% des éleveurs)
- Réduire les consommations de carburant/électricité (39% des éleveurs)
- Ecoconduite (19% des éleveurs)
- Méthanisation (10% des éleveurs)



Le marché du carbone

144

Aspects réglementaires

- **COP21 - Accords de Paris (2015)** → engagements de limitation des émissions GES pour les pays développés et en développement.

Objectifs UE: -40% GES entre 1990 et 2030

- **En France**

Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte (2015)

Mise en place d'une **Stratégie Nationale/Régionale Bas Carbone (SNBC)**

Idem Objectifs Accords de Paris

Evolution en 2019 vers **Neutralité Carbone à horizon 2050**

Taxe carbone : 7 € en 2014, 44,6 € aujourd'hui (/T de CO₂)

- **Au niveau local**

PCAET pour collectivités de + 20 000 hab

Le Marché du carbone volontaire

Une rémunération extérieure à la filière



146

- Créé par le Ministère de l'écologie en 2018
- Objectifs :
 - Récompenser les comportements allant vers une réduction des émissions de GES ;
 - Donner un cadre au marché du carbone volontaire en certifiant des crédits carbone ;
 - Assurer une transparence sur les méthodes utilisées.

Quelques chiffres du Label Bas Carbone

- Les projets validés représentent 2.4 millions de tonnes éq. CO2 en crédit
- 815 projets validés
 - Principalement plantation/reforestation, et atténuation émissions systèmes polyculture élevage



148

- 179 projets entièrement financés
- 567 000 crédits vendus en 2022 à prix moyen de 33€/t CO2
- Source : I4CE, 2023

Le marché du carbone volontaire

LABEL BAS CARBONE

- 1^{ère} méthode déposée : **La Méthode «Carbon Agri »** déposée par l'IDELE

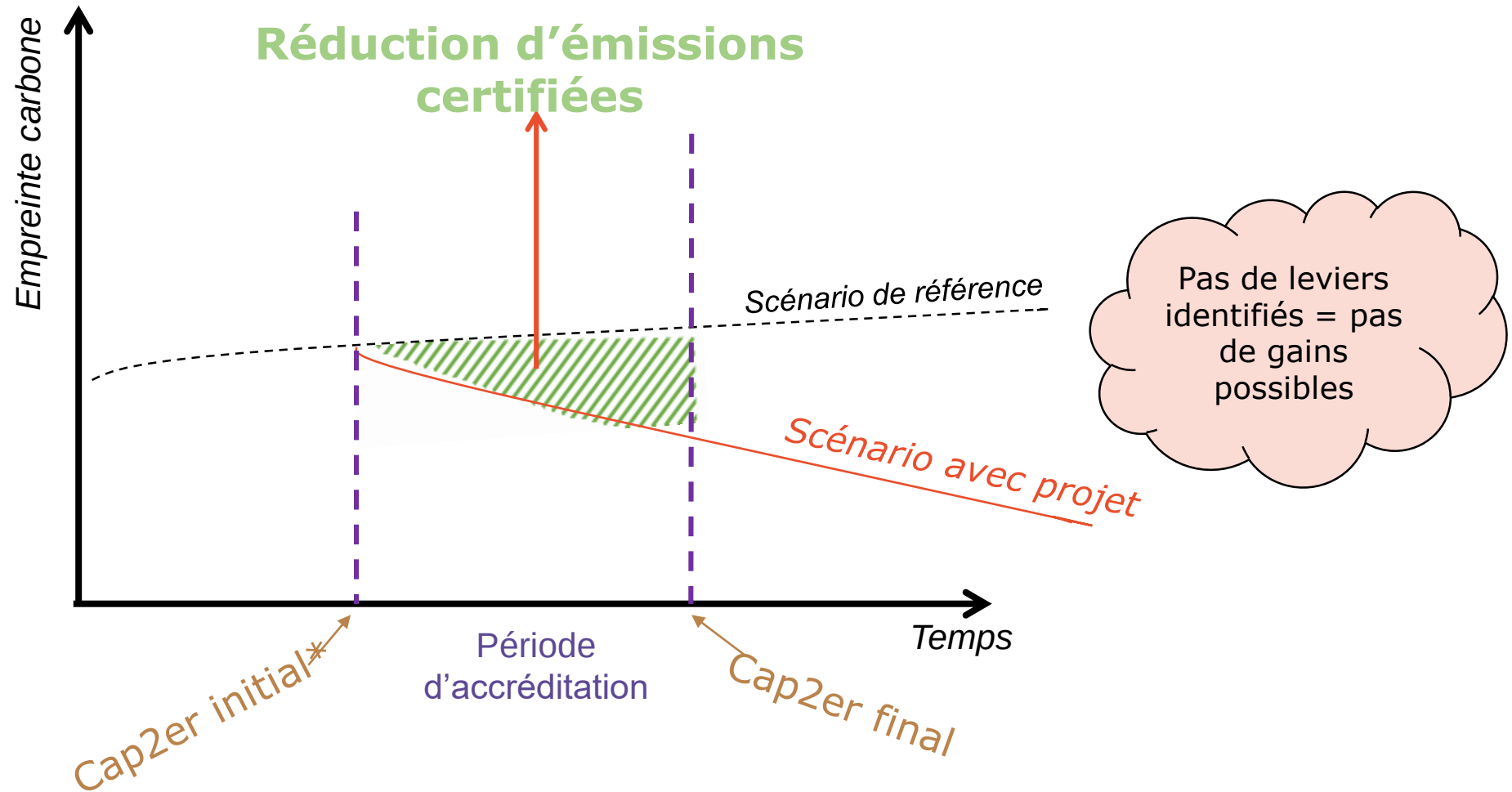
- **Basée sur l'outil CAP2ER**



- **France Carbon Agri Association (FCAA) : à l'interface**



Principe d'additionnalité



*Possibilité de comparer son cap2er final à la référence régionale (rabais)

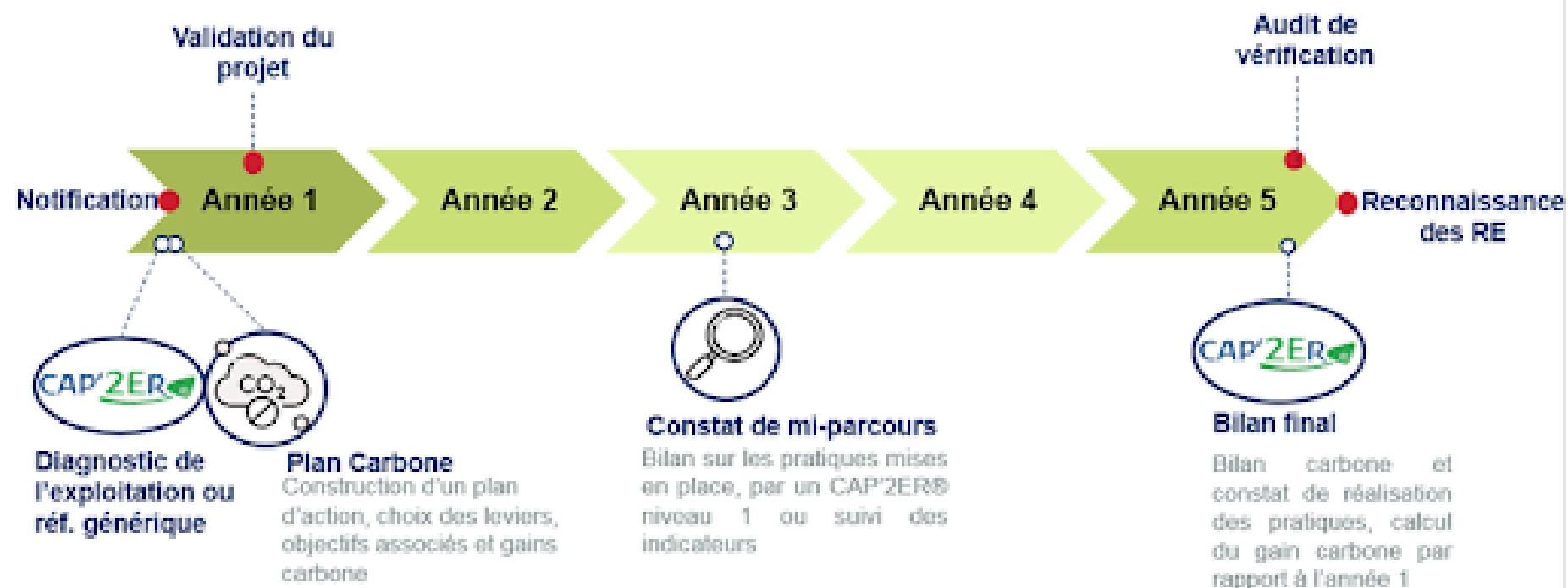
Le marché du carbone volontaire



Mise en œuvre d'un projet CARBON AGRI



Une durée maximale de 5 ans renouvelable



- Résultat du premier Appel à Projet

1^{er} AAP FCAA

14 éleveurs
laitiers

8 000 t CO₂éq
sur 5 ans

Soit 600 t
CO₂éq par
éleveur

Autres régions:
200 t CO₂éq par
éleveur

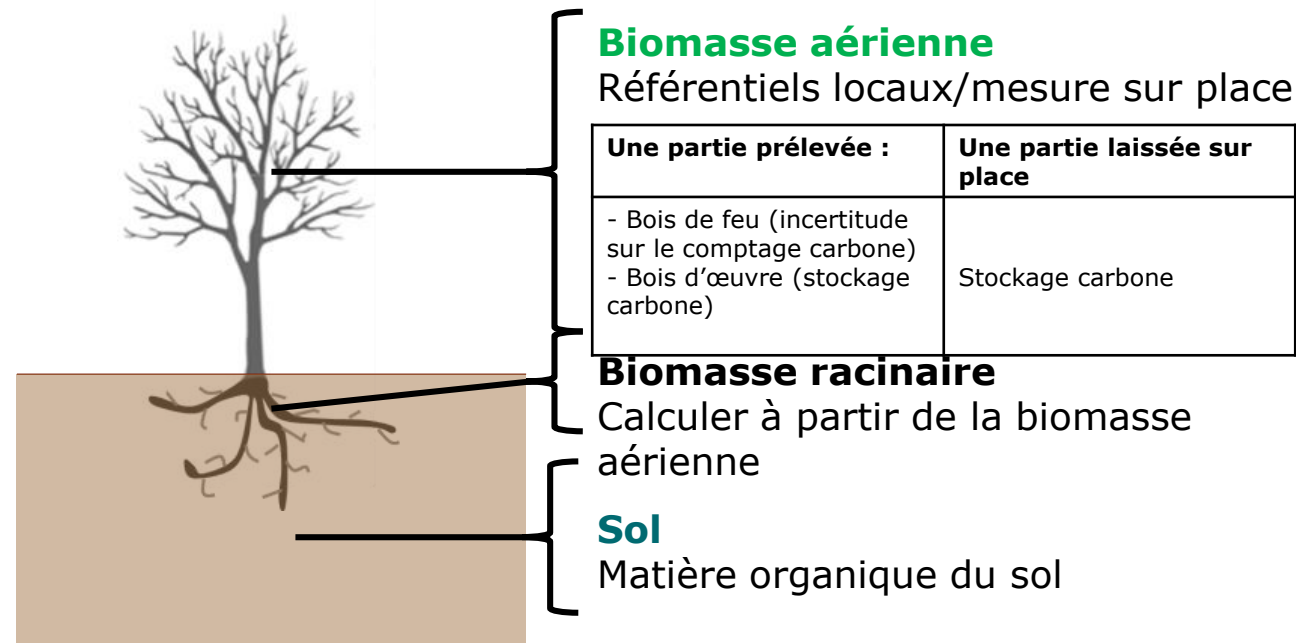
→ 400 t CO₂éq évitées sur 5 ans =
potentiellement 12 000 € de
rémunération supplémentaire sur 5 ans
(2 400€/an, à 30€/T_{eq}CO₂)

- Des leviers mieux maîtrisés = un système également plus performant techniquement et économiquement

Méthode Haies Bas Carbone « Carbocage »



- Stockage carbone à 3 niveaux :



➤ **Etat des connaissances sur le carbone stocké**
Moyenne 5T de CO2 stocké/km/an

Principe d'additionnalité

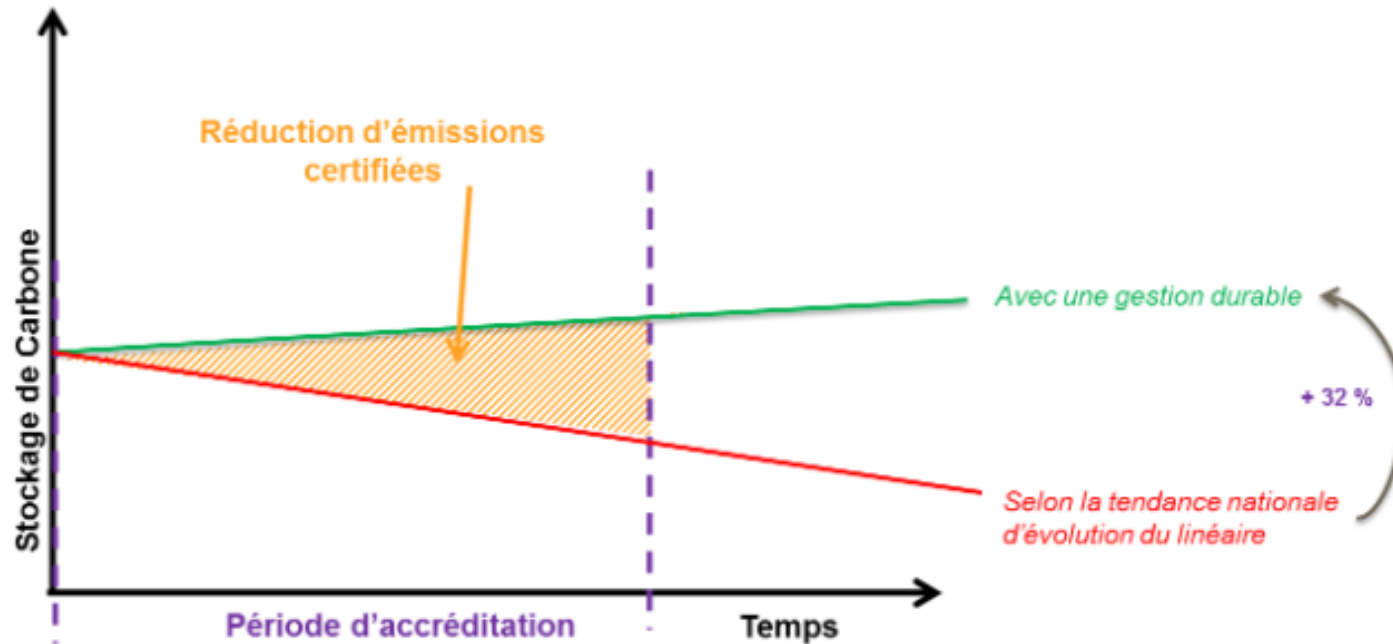


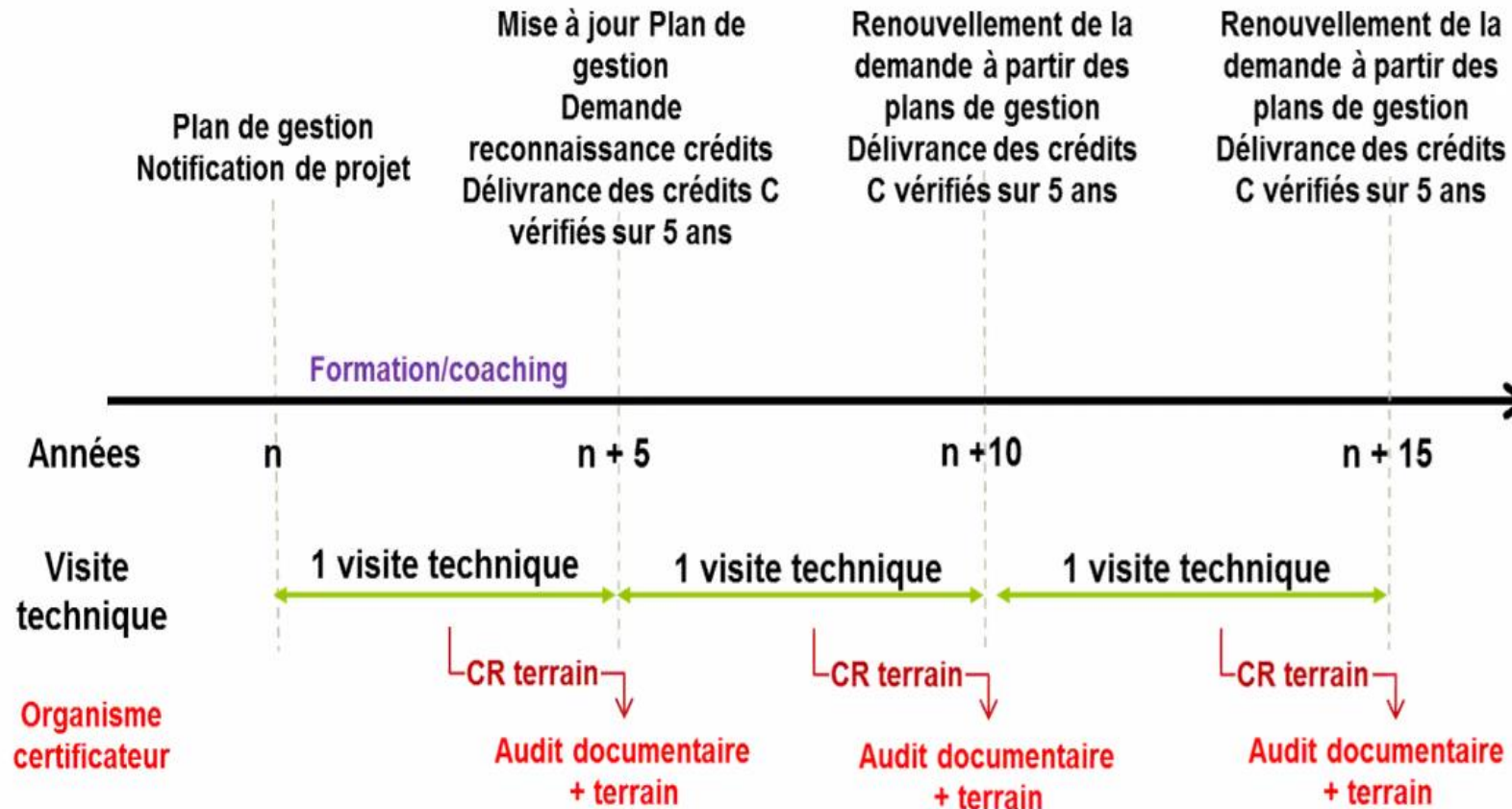
Figure 3- Evolution tendancielle du stock de carbone dans les haies bocagères selon différentes hypothèses.

Dans le cadre d'une gestion durable, la haie et le stockage du carbone sont pérennisés.

Méthode Haies Bas Carbone « Carbocage »



Suivi, vérification, permanence



Estimation de la rémunération

Linéaire initial 15 076

dont linéaire de
haies continues **14 906**

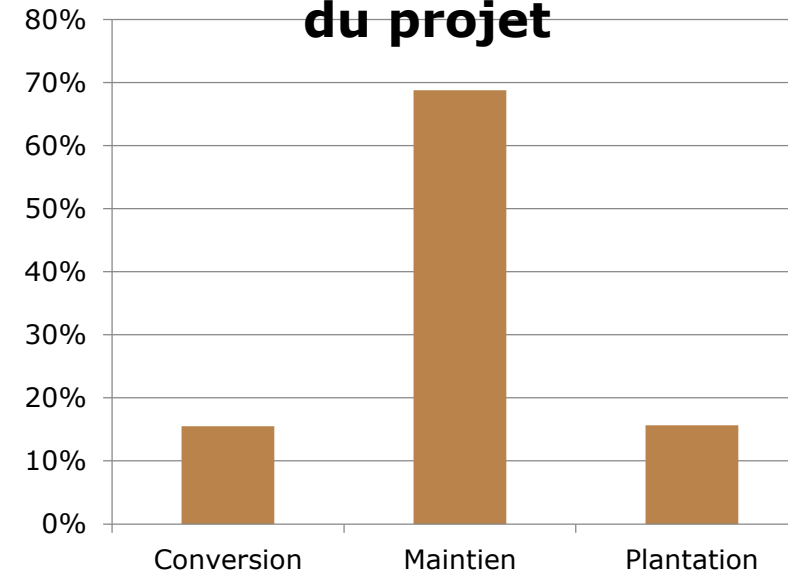
dont linéaire de
haies relictuelle
ou en devenir **170**

Linéaire final 17 876 ml

dont plantation **2 800 ml**

dont conversion **2 774 ml**

itinéraires de gestion du projet



Evaluation stockage sur 15 ans = **842 TeqCO₂ soit 56 TeqCO₂/an**

Application rémunération à 56€/TeqCO₂ = **3143 €/an**

Application rémunération à 80€/TeqCO₂ = **4490 €/an**

soit 25€/100ml/an (hors vente du bois)

Accompagnement Bas Carbone

Coût Plan Gestion Durable des Haies : 1500€

(pour une exploitation de 70 ha avec maillage 100ml/ha).

Coût de gestion moyen (référence MAEC Bretagne) : 0,70c par ml/an
(moy élevée)

→ Intérêt à valoriser la biomasse aérienne en plus du carbone stocké !

Prestation d'accompagnement en cours de formalisation.

Conclusion

- L'élevage bovins lait : un poids environnemental ?
 - Représente 5 % des émissions de GES au niveau national et sans doute encore moins si l'on intègre le stockage de carbone
- Toutes une gamme de leviers d'action disponibles :
 - Efficaces sur les GES et les autres enjeux environnementaux
 - Compatibles avec la performance technique et économique
- Réduire l'empreinte carbone :
 - C'est surtout optimiser le système de production
 - Mais aussi préserver et augmenter le stockage du carbone dans le sol et les haies