



30 ans

16^e Rencontres

DE LA FERTILISATION RAISONNÉE ET DE L'ANALYSE

21, 22 et 23 novembre 2023

Palais des congrès de Tours



16^e Rencontres

DE LA FERTILISATION RAISONNÉE ET DE L'ANALYSE



Comment le contexte économique et le choix des leviers impactent-ils le **nombre de crédits carbone** et leur **coût d'équilibre** dans les projets **Label Bas Carbone Grandes Cultures ?**

Hélène LAGRANGE ⁽¹⁾,

LEVEAU V. ⁽¹⁾, BERRODIER M. ⁽¹⁾, JEAN M. ⁽¹⁾, NITSCHHELM L. ⁽¹⁾, HENAFF M. ⁽²⁾, SCHNEIDER A. ⁽³⁾

⁽¹⁾ARVALIS – Institut du végétal, ⁽²⁾AGROSOLUTIONS, ⁽³⁾TERRES INOVIA



Comment le contexte économique et le choix des leviers impactent-ils le nombre de crédits carbone et leur coût d'équilibre dans les projets Label Bas Carbone Grandes Cultures ?

Mise en œuvre du LBC GC dans 2 études: fermes types Arvalis et projet Carbonthink

- ❖ Bilan carbone des exploitations
- ❖ Nombre de crédits carbone potentiel selon les choix de leviers
- ❖ Coût de mise en place des projets et coût d'équilibre des crédits carbone
- ❖ Impact du contexte économique

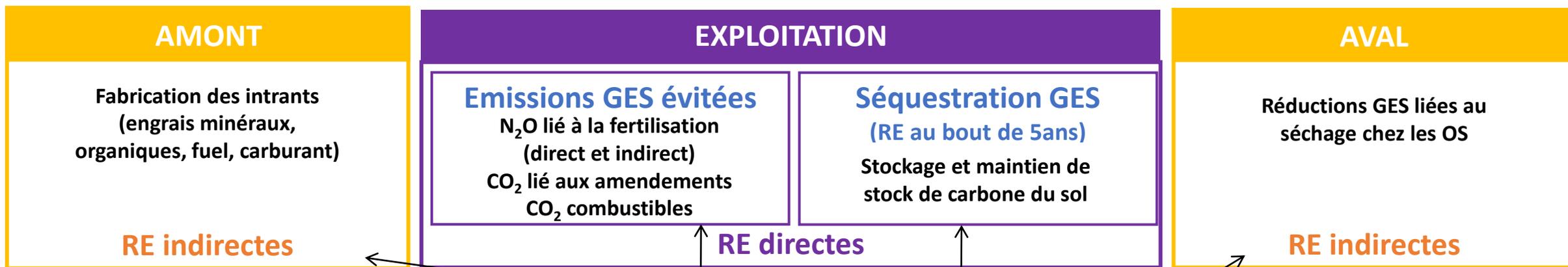




LABEL BAS CARBONE
Grandes Cultures



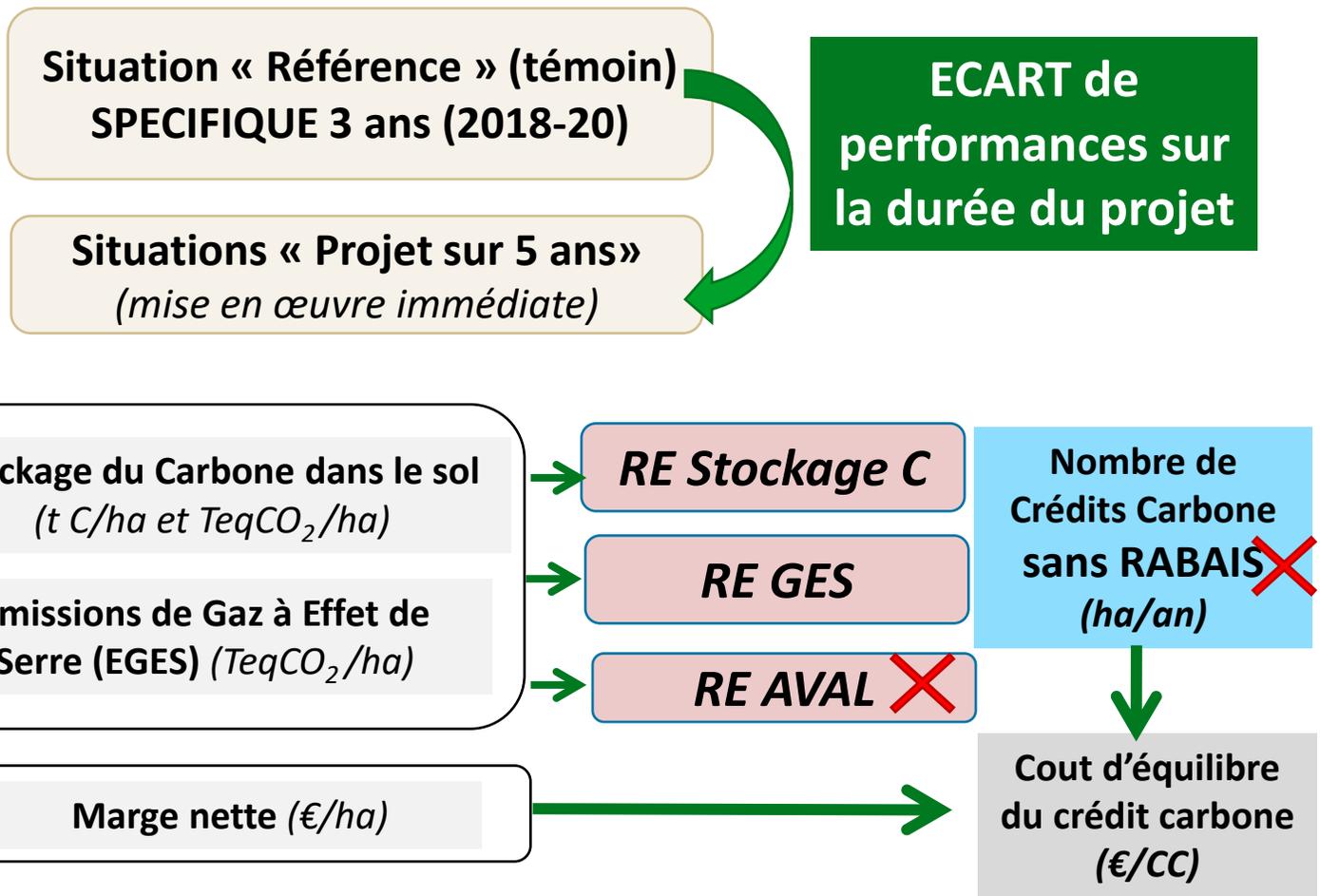
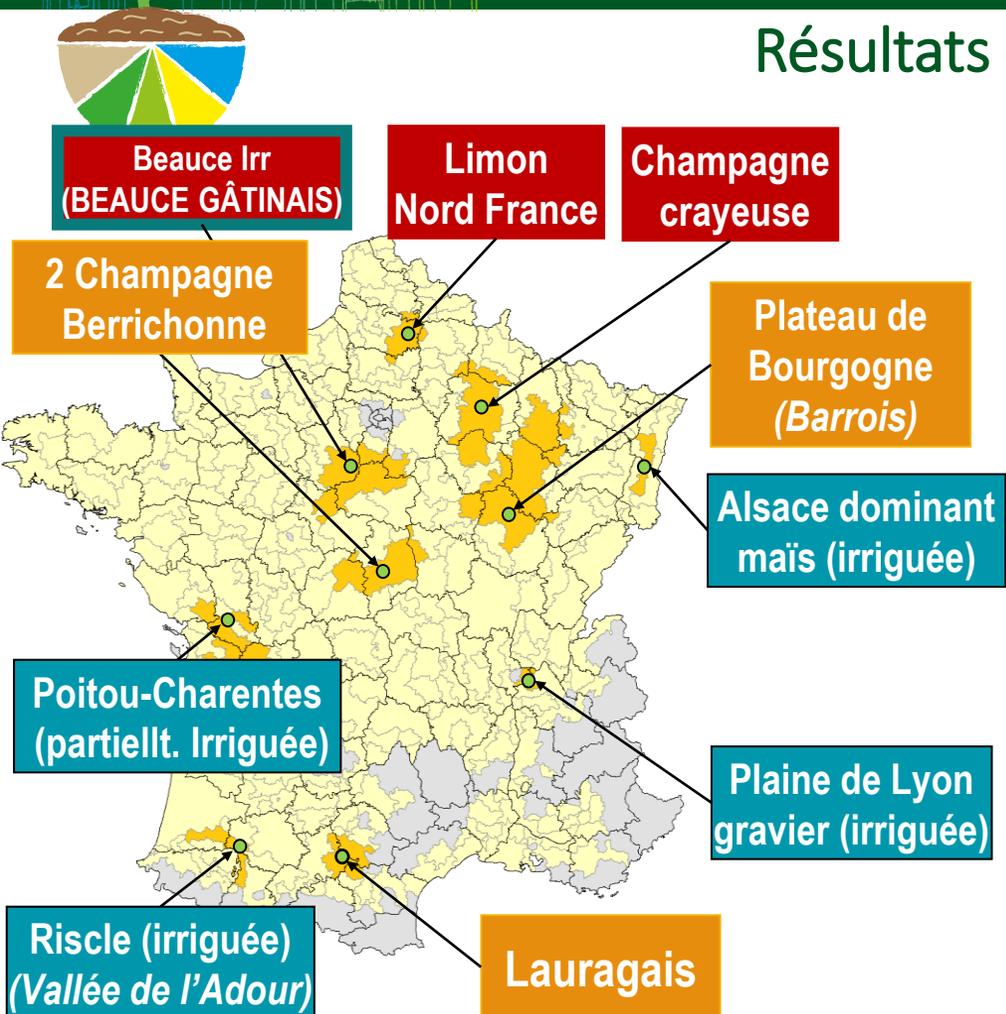
- Faire le bilan carbone de l'exploitation
- Construire un projet en choisissant des leviers bas carbone adaptés
 - Faire le bilan carbone du projet
 - Comparer les deux



$$Réduction d'Emissions = RE_{émissions} + RE_{Stockage} + (RE_{Aval})$$

- Calcul de **co-bénéfices** (vérification d'indicateurs sur des bénéfices associés ou risques d'impacts négatifs)
- Application de **rabais** pour pallier aux risques d'incertitudes, de non permanence, de non-additionalité

Résultats d'application de la Méthode LBC –GC

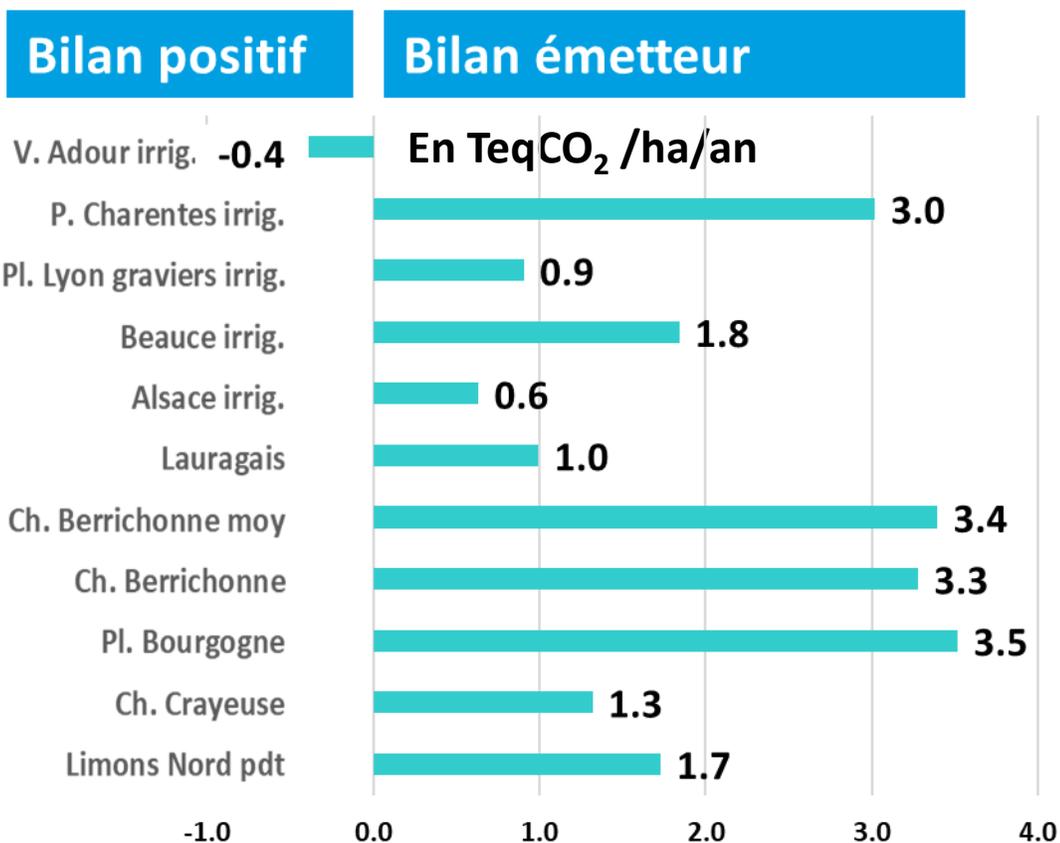


- 10 fermes type (FT) représentatives d'exploitations agricoles **performantes** + 1 ferme **moyenne**
- Contexte de prix 2016-20 et rdts 2018-20



Bilan carbone initial

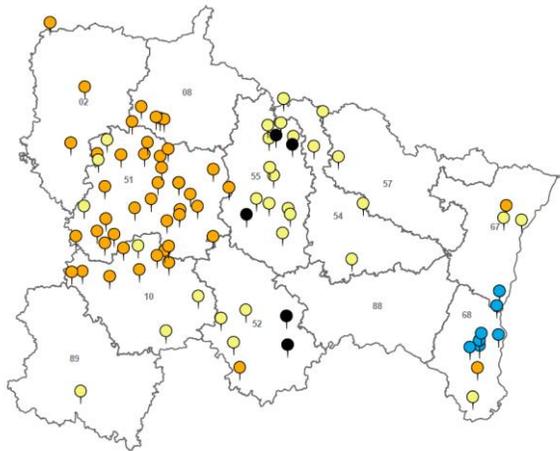
- 10 fermes ont un bilan carbone **net émetteur** : elles émettent entre 0.6 et 3.5 TeqCO₂ /ha/an
- 1 ferme a un bilan positif (0.4 TeqCO₂ /ha/an)



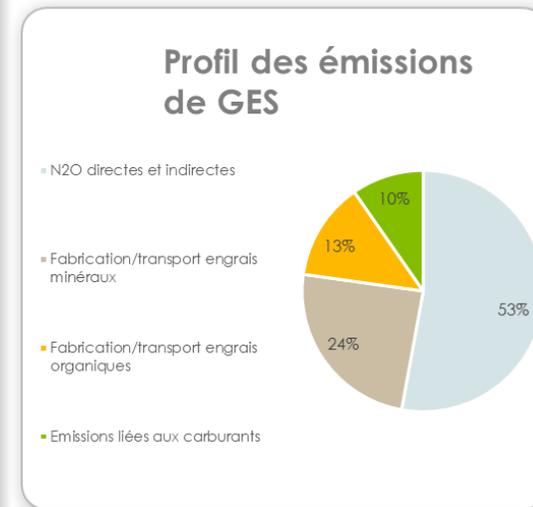
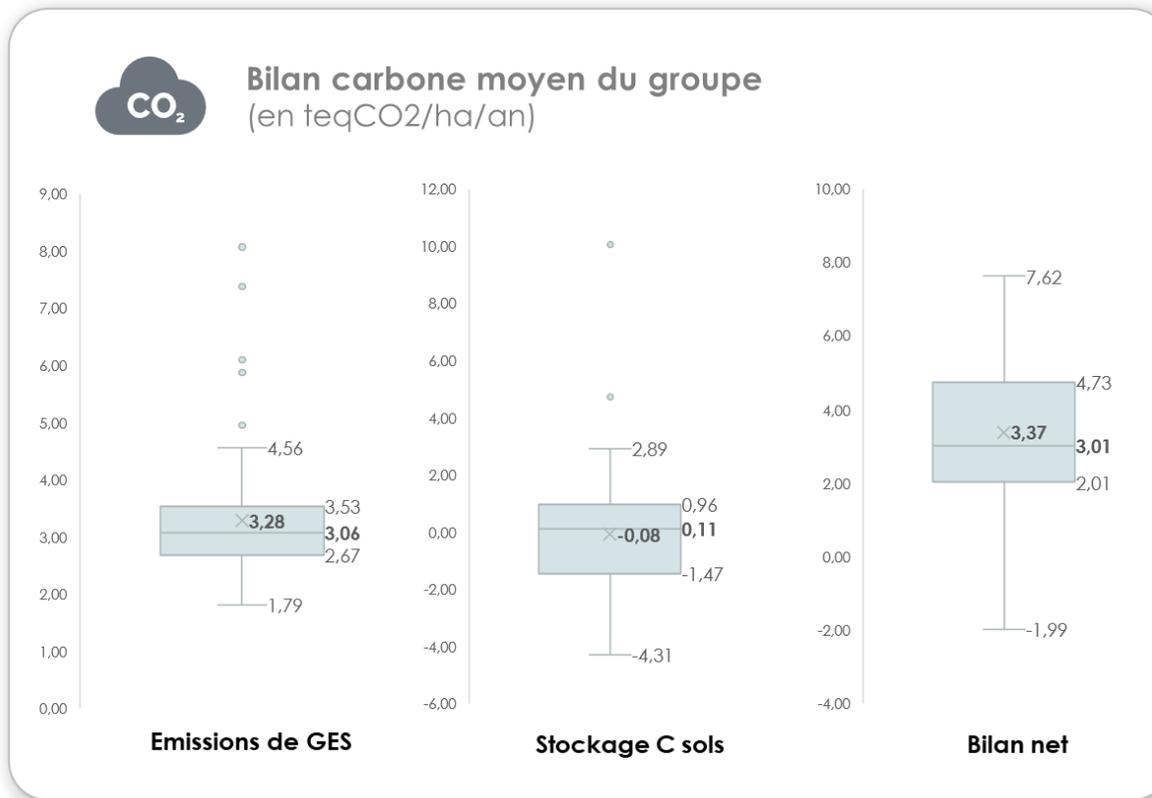
	TeqCO ₂ / ha / an	% Total
Emissions GES dues aux itinéraires techniques		
Fertilisation	de 1.7 à 2.5	42 à 82 %
Combustibles	de 0.2 à 0.3	4 à 8 %
Stockage carbone dans le sol		
Stockage (7 fermes)	de 0.5 à 2.7	18 à 54 %
Déstockage (4 fermes)	de 0.8 à 1.2	



Etude projet CarbonThink dans le Grand Est sur fermes réelles



88 exploitations réelles ayant réalisé l'étape un bilan carbone de leurs exploitations avec l'outil CarbonExtrat



90% des GES lié à la fertilisation

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.

85% des fermes ont un PRO (fumier/vinasse majoritaire)

53% des fermes stockent du C et 47% déstockent



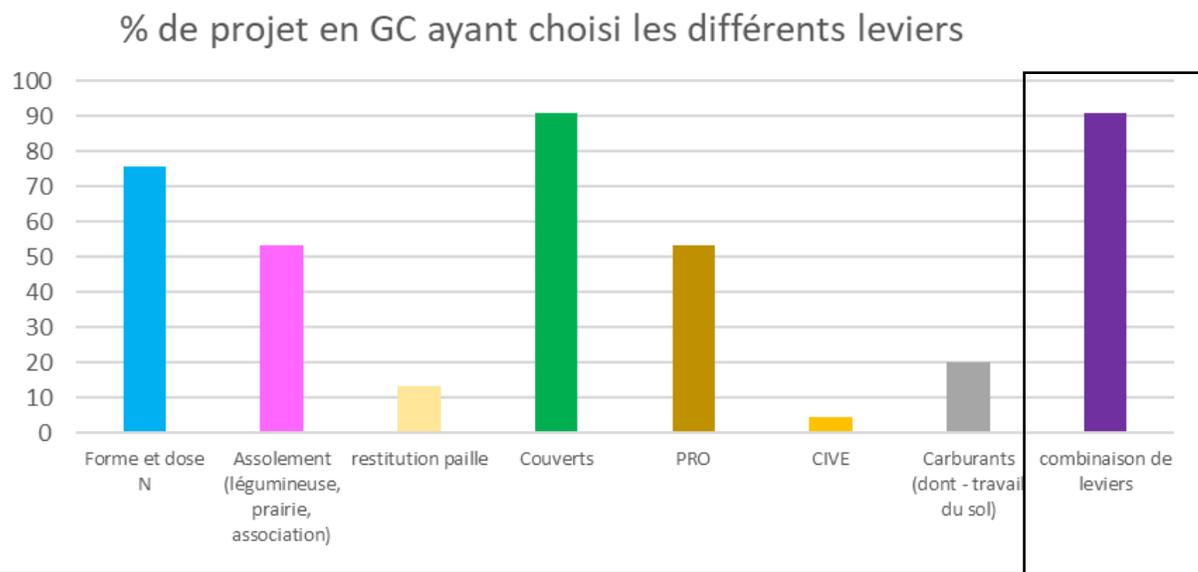
Les leviers du Label Bas Carbone GC appliqués

Réduction des émissions de GES associées aux combustibles fossiles	Réduction des émissions de GES associées à la Fertilisation	Réduction des émissions par stockage C dans le sol
<p>Consommation de carburant des engins</p> 	<p>Réduction de la dose d'azote minérale apportée</p> 	<p>Augmenter la quantité de biomasse restituée par les couverts végétaux</p> 
<p>Consommation de carburant des moteurs thermiques (irrigation)</p> 	<p>Introduire des légumineuses et/ou des cultures à faible besoin en N dans les rotations</p> 	<p>Augmenter la restitution par les résidus de cultures</p> 
<p>Consommation d'énergie fossile du séchage ou de stockage à la ferme</p> 	<p>Chaulage des sols acides</p> 	<p>Apporter des nouvelles matières amendantes d'origine résiduaire organique</p> 
	<p>Utilisation d'inhibiteurs de nitrification</p> 	<p>Insérer et allonger des prairies temporaires et artificielles dans les rotations</p> 
	<p>Réduction de la volatilisation de l'azote</p> 	

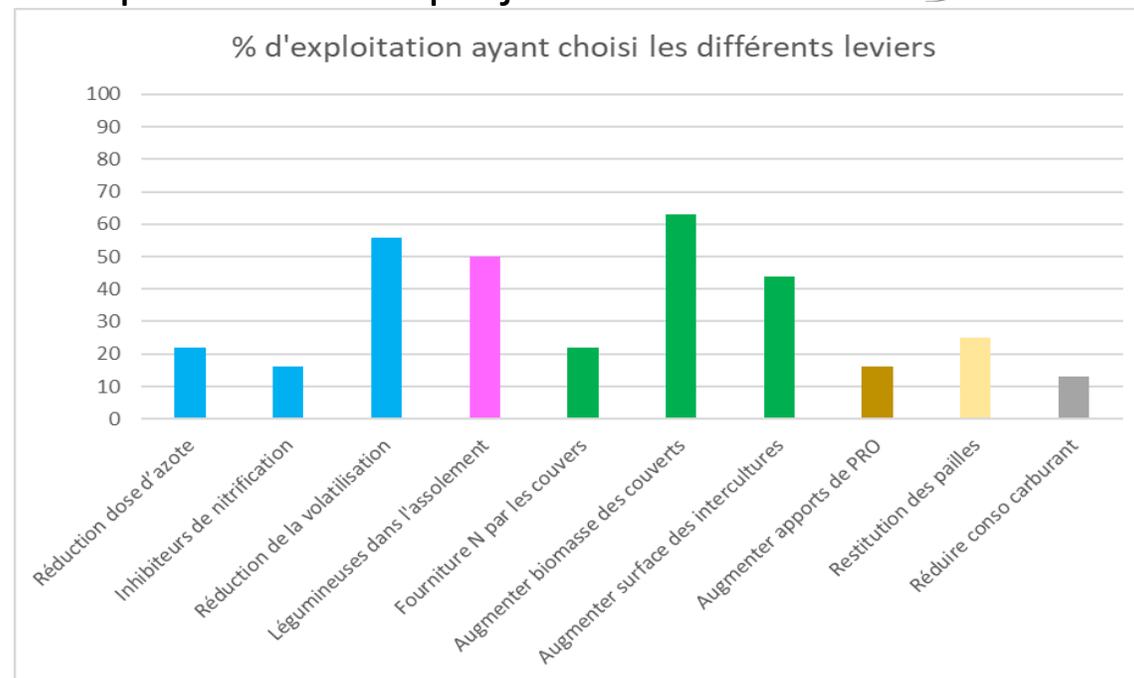


Les leviers du Label Bas Carbone GC appliqués Choix des leviers sur des cas réels

Projets labélisé LBC-GC au 26/10/2023:



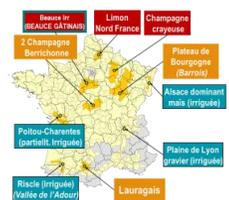
31 exploitations du projet Carbonthink:



La plupart des projets sont construits sur une **combinaison de leviers**

La gestion de la fertilisation N (forme, dose) et l'augmentation de la biomasse via les couverts suivi de modification de l'assolement sont plébiscités

Analyse technico-économique du LBC GC (2) : des leviers plus ou moins efficaces



Nombre de crédits carbone/ha/an



	 Dose et forme N	 Assolement	 Couverts	 PRO sur couverts ou céréales	 CIVE + digestats	 Leviers combinés
% SAU concerné	44 à 37%	3 à 32%	11 à 57%	23 à 70%	7 à 34%	
Réduction GES	+	++	= à +	-	= à -	
Stockage C	=	-	++	++	++	
RMQ	Dépend de la forme N initiale	Très variable selon les cultures initiales et nouvelles	Dépendant rdt du couvert (aléas climatiques)	Bilan variable selon le type de PRO (attention GES amont)	Variable selon si changement assolement pour intégrer CIVE	Bonne additivité des leviers

Potentiel de réduction d'émission des projets LBC GC



Etude FT Arvalis

* Résultats avant application des rabais

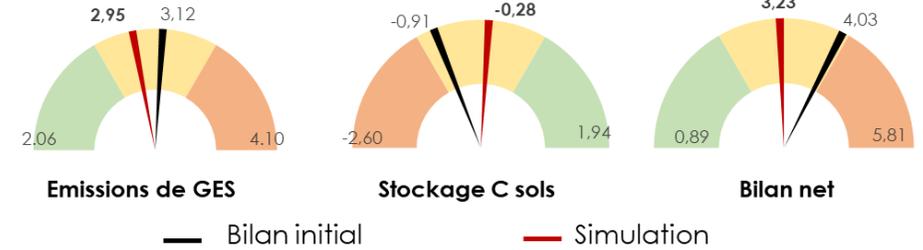
Ensemble des projets évalués			Projets combinés	
Nombre de crédits (CC) par hectare et par an	Nb de projets	% des projets	Nbre de projets	% des projets
Pas de crédit carbone	10	15%	0	0
Neutre (entre 0 et 0.01 CC)	0	0%	0	0
Entre 0.01 et 0.1 CC	10	15%	0	0
Entre 0.1 et 0.5 CC	31	48%	4	48%
Entre 0.5 et 1.0 CC 63 %	12	19%	7	84%
Plus de 1 CC	2	3%	1	12%
	65	100 %	12	100%

→ 55 projets sur 65 génèrent des crédits carbone (CC) avant rabais entre 0.01 et 1.24 CC /ha/an (TeqCO₂)
médiane à 0.24

Entre 0.14 et 1.24
médiane 0.59 crédits/ha/an



Impact des projets sur le bilan carbone



novembre 23 33 exploitations

Crédits carbone

Crédits carbone potentiels (spécifique)

0,66 crédits/ha/an



Evaluation économique



Nombre de crédits (CC) par hectare et par an	Nombre de projets	% des projets	Evolution de la marge (€ / ha / an)
Pas de crédit carbone	10	15%	- 44 à + 41
Des crédits carbone	55	85 %	- 195 à + 118
Gain de marge	7	11%	+6 à + 118
Neutre *	9 (5)	14%	- 4 à + 3
Perte de marge	39	60%	-195 à - 6
			Moyenne - 40€/ha/an

* : écart entre - 5 €/ha et + 5 €/ha

Contexte de prix 2016 - 2020

Source : Arvalis - Calculs SYSTERRE® - CHN-AMG et Carbon Extract

=> Sur les 55 projets qui génèrent des crédits carbone avant rabais, 39 dégradent la marge

- Variation de la marge
 - CA ou aide (changement d'assolement)
 - Charges : intrants (fertilisation (dose/produit), semences couverts) + mécanisation (passages)
- Difficile d'associer une variation de marge à un levier
- Coût d'équilibre du CC ?



25 projets étudiés
Coût des projets (↔ perte de marge) de - 50 €/ha/an [-236,4; -3,4]

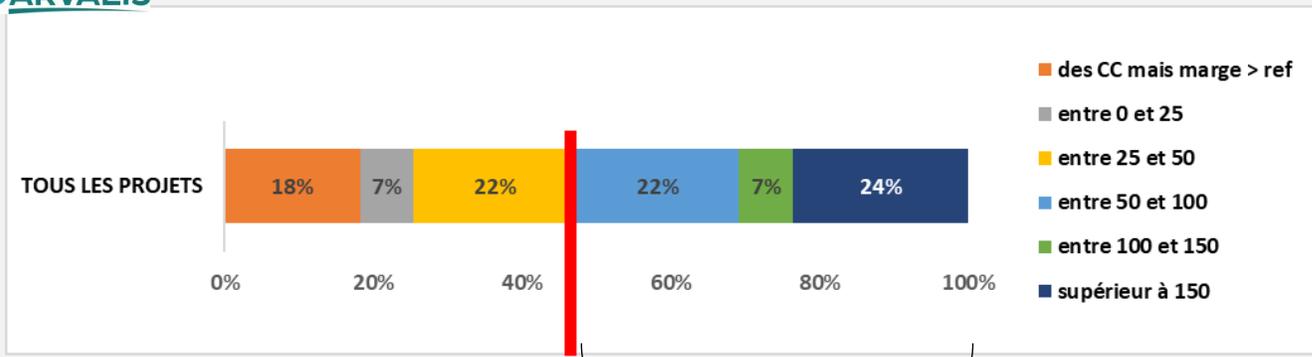




Evaluation économique

* Résultats avant application des rabais et coûts d'intermédiation

Répartition des projets par valeur de coût d'équilibre du Crédit C (en € /teqCO₂)
(en % des 55 projets générant des CC)
Contexte de prix 2016 - 2020



53% des projets avec un prix d'équilibre > 50€/teqCO₂*

- De 0 à 662 € /teqCO₂*
- Médiane 53 € /teqCO₂* (72 € /teqCO₂* sur les projets qui ont un coût > référence)
- Un cout d'équilibre très variable pour un même levier
 - 18 à 108 €/CC pour « Azote »
 - 95 à 607 € / CC pour cultures « N- »
- Un marché du Carbone inférieur au cout d'équilibre pour une partie importante des projets
- Des couts d'équilibre augmentés par :
 - Des rabais (0 à 34 %)
 - Des couts d'intermédiation

Prix moyen CC des projets agricoles sur le marché volontaire France en 2022: 44€/teqCO₂ (InfoCC, 2023)

Source : Arvalis –Calculs SYSTERRE® -CHN-AMG et Carbon Extract



Coût moyen du crédit carbone** :
19 exploitations
**Les exploitations qui génèrent moins de 0,11 CC/ha ont été exclues
86 € / teq CO₂ [7,4 ; 314]

Un contexte économique impactant ?
(rapport de prix entre culture/intrants)

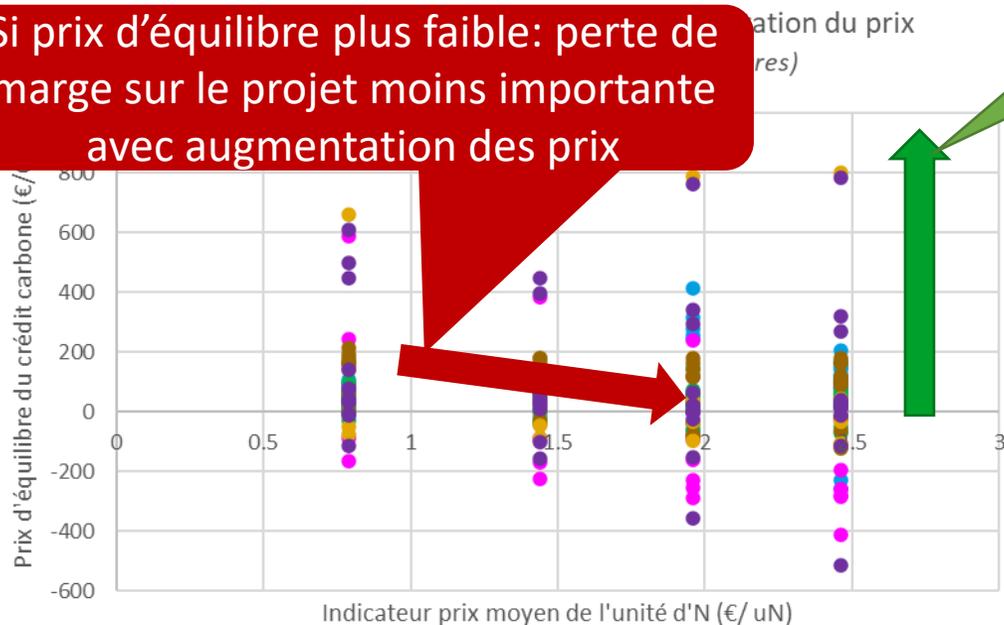
Un contexte économique qui impacte les résultats ?

Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Si prix d'équilibre plus faible: perte de marge sur le projet moins importante avec augmentation des prix

Prix d'équilibre > 0: perte de marge avec le projet



Un contexte économique qui impacte les résultats ?

Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Forme et dose N: souvent utilisation engrais plus chers dans les projets, la baisse de dose ne compense pas augmentation prix, donc projets perdent de la marge

Assolement: moins d'N donc moins de charge d'intrants donc baisse des charges d'autant plus grande que baisse dose N, donc les projets ont une marge plus forte

Couverts: peu d'évolution, légère augmentation des charges méca et carburant, légère diminution dose N

PRO: baisse engrais min sur les projets donc baisse charge plus importante quand prix N élevé, donc moins de perte de marge sur projets

CIVE et digestats: plutôt stable, sauf 1 projet avec baisse de rdt des cultures et augmentation apports P K donc augmentation des charges

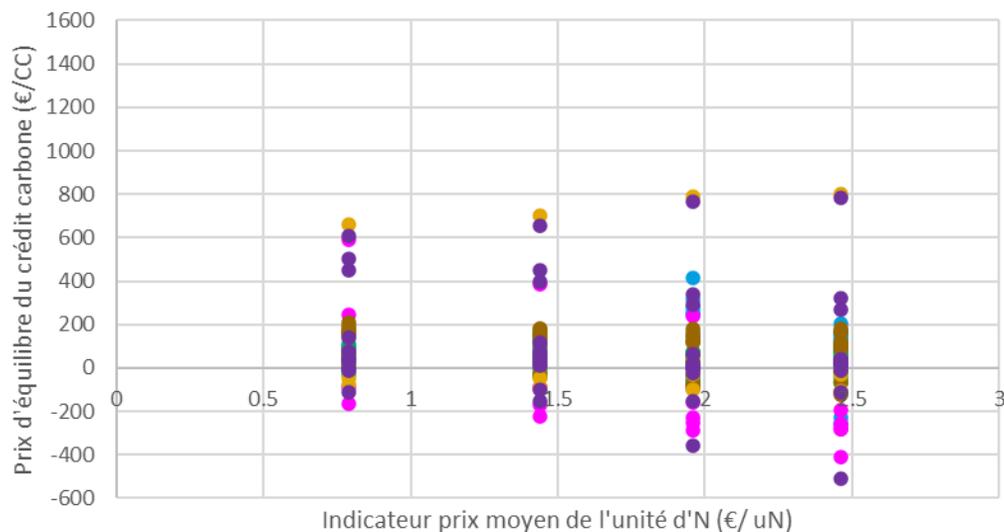
Combinaison: en général baisse engrais min dans les projets conduit à une baisse de charge plus importante pour un prix N élevé

Un contexte économique qui impacte les résultats ?

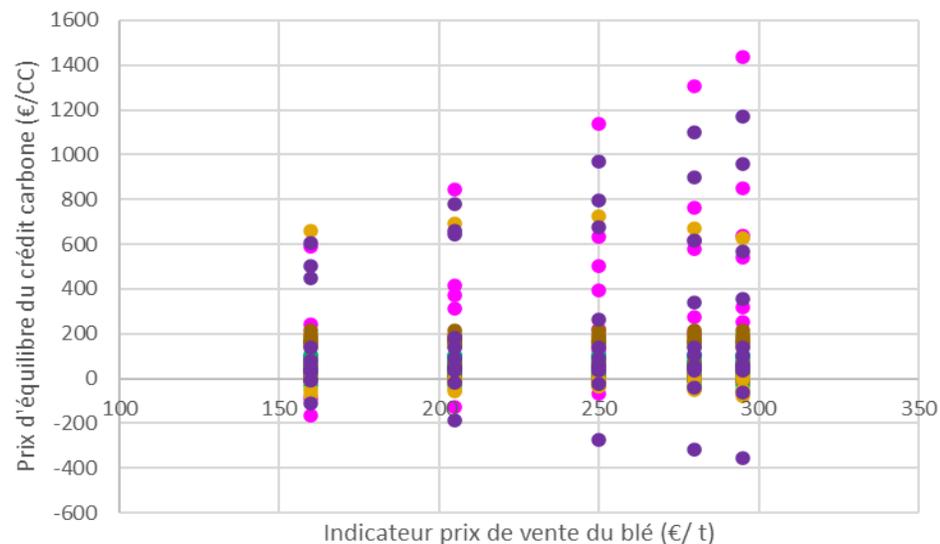
Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Evolution des prix d'équilibre du CC avec l'augmentation du prix moyen d'engrais (à prix fixe de vente des cultures)



Evolution des prix d'équilibre du CC avec l'augmentation du prix de vente (à prix fixe d'achat des intrants)



Un contexte économique qui impacte les résultats ?

Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Forme et dose N: souvent utilisation engrais plus chers dans les projets, la baisse de dose ne compense pas augmentation prix, donc projets perdent de la marge

Assolement: moins d'N donc moins de charge d'intrants donc baisse des charges d'autant plus grande que baisse dose N, donc les projets ont une marge plus forte

Couverts: peu d'évolution, légère augmentation des charges méca et carburant, légère diminution dose N

PRO: baisse engrais min sur les projets donc baisse charge plus importante quand prix N élevé, donc moins de perte de marge sur projets

CIVE et digestats: plutôt stable, sauf 1 projet avec baisse de rdt des cultures et augmentation apports P K donc augmentation des charges

Combinaison: en général baisse engrais min dans les projets conduit à une baisse de charge plus importante pour un prix N élevé

Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Forme et dose N: pas de changement car la marge évolue de la même façon sur projet et référence

Assolement: les nouvelles cultures ont un prix de vente supérieur aux cultures initiales et qui augmente mais des rdt plus faibles, donc chiffre d'affaire/ha diminue sur les projets. Ecart référence et projet se creuse avec des prix de vente qui augmentent

Couverts: pas d'impact: le levier couvert ne modifie ni les cultures ni les rdt donc écart référence – projet constant

PRO: pas d'impact: le levier PRO ne modifie ni les cultures ni les rdt donc écart référence – projet constant

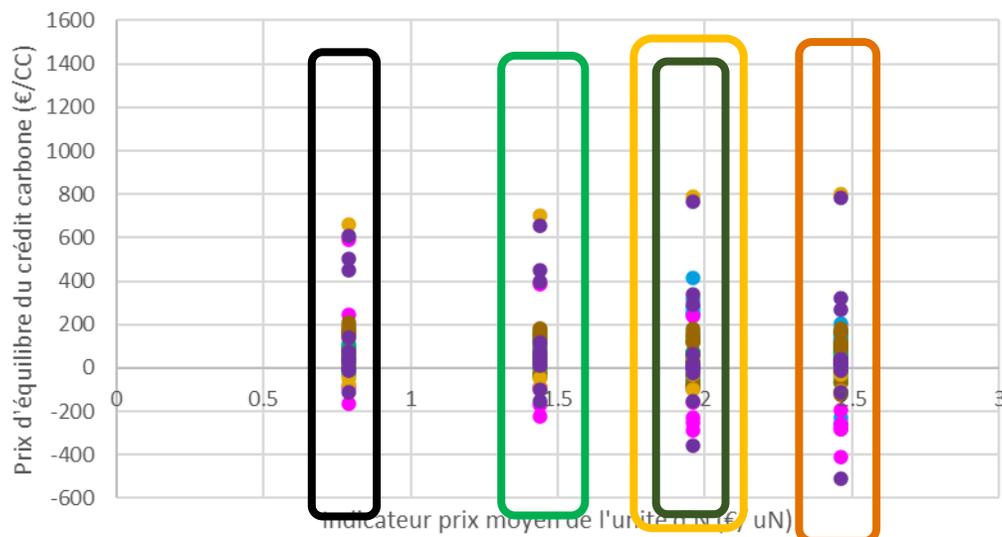
CIVE et digestats: faible variation, sauf 1 projet avec baisse de rdt des cultures et donc baisse de marge

Combinaison: dépend des contextes de prix et des cultures et des combinaisons de leviers. Par ex la perte de CA avec des implantations de protéagineux peut être compensée par la vente de CIVE. Amplitude de variation > à celle générée par l'augmentation des prix des intrants

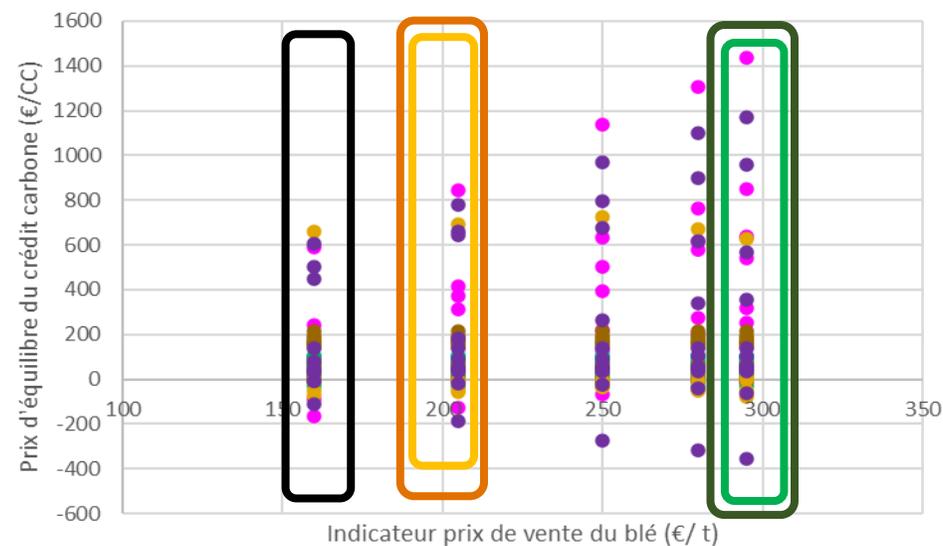
Un contexte économique qui impacte les résultats ?

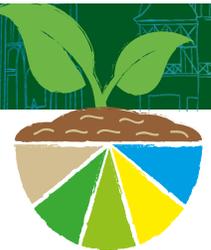
Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Evolution des prix d'équilibre du CC avec l'augmentation du prix moyen d'engrais (à prix fixe de vente des cultures)



Evolution des prix d'équilibre du CC avec l'augmentation du prix de vente (à prix fixe d'achat des intrants)





Un contexte économique qui impacte les résultats ?

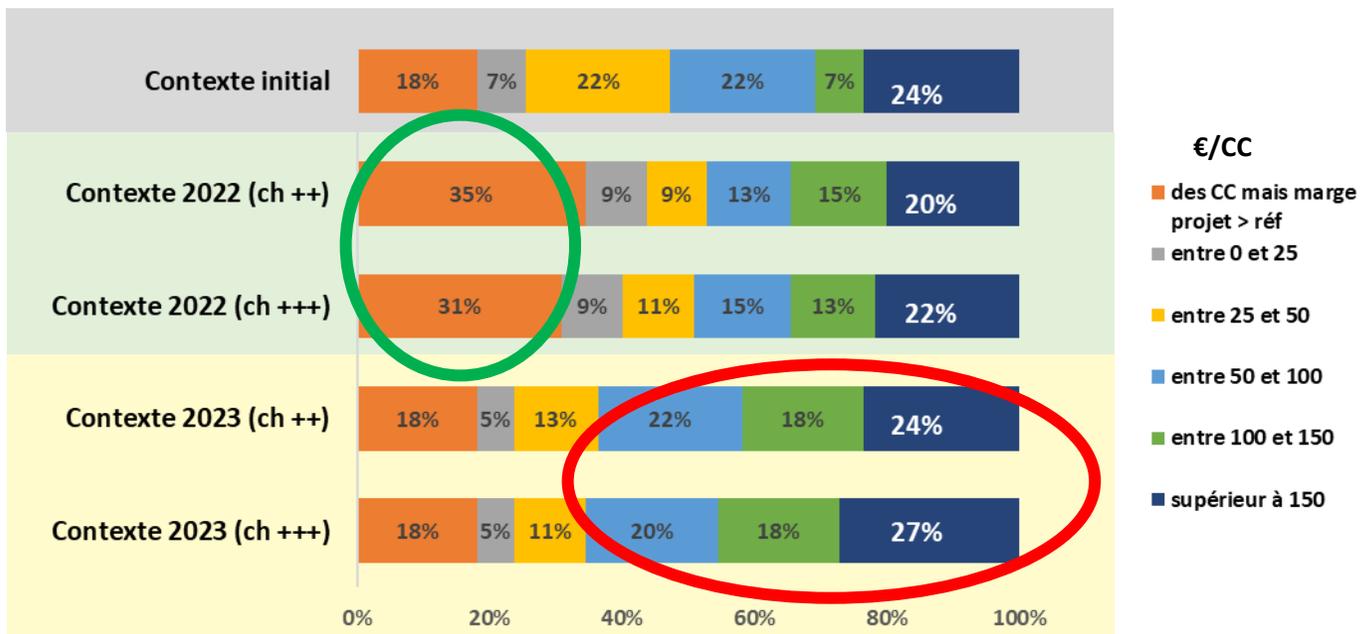
Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Projets avec des crédits Carbone	Forme d'azote	Cultures avec moins d'N	COUVERTS	PRO sur cultures	CIVE
2022	Souvent utilisation engrais plus chers dans les projets, la baisse de dose ne compense pas augmentation prix, donc projets perdent de la marge -> augmentation CC	Baisse du cout des CC car baisse des charges engrais > baisse du CA	Cout CC équivalent ou légèrement supérieur (carburant)	Si prix PRO ne bouge pas, baisse du cout des CC ou écart marge > 0 Idem si prix PRO x 1.5	Très peu de changement du cout du CC (entre 5 et 20 €/CC max) pour 3 fermes sur 4 1 plus sensible
2023		Augmentation du cout des CC car rapport prix Cult N- /cult remplacée défavorable			

Un contexte économique qui impacte les résultats ?



Crédits Carbone : répartition des projets générant des CC selon leur cout d'équilibre (en €/CC)



Hypothèses des différents contextes	Prix blé	Prix colza	Prix unité N	carburant
Contexte initial	160	364	0.79	0.56
Contexte 2022 (ch ++)	280	600	1.44	0.8
Contexte 2022 (ch +++)	280	600	1.96	1.02
Contexte 2023 (ch ++)	205	470	1.96	0.8
Contexte 2023 (ch +++)	205	470	2.46	1.02

Projets avec des crédits Carbone avec	% marge projet > réf	% CC > 0 €	% CC > 25 €	% CC > 50 €
Contexte initial	18%	82%	75%	53%
Contexte 2022 (ch ++)	35%	66%	56%	47%
Contexte 2022 (ch +++)	31%	70%	60%	49%
Contexte 2023 (ch ++)	18%	82%	76%	64%
Contexte 2023 (ch +++)	18%	81%	76%	65%

un contexte 2022 plus favorable / 2023 moins favorable



En résumé

- Un bilan carbone initial des exploitations de grandes cultures émetteur net
 - Entre 0.6 et 3.5 tCO₂eq/ha (et une exploitation stockante)
 - Poids des GES fertilisation et du stockage C important
- Les leviers couverts, formes et dose N et assolement plus plébiscités
- Un potentiel de réductions d'émission variable, lié au contexte et à l'exploitation principalement
 - En combinaison de leviers, médiane à 0.59 ou 0.66 teqCO₂/ha/an selon l'étude
 - En majorité entre 0.1 et 1 teqCO₂/ha/an
- Une perte de marge pour 80% des projets mis en place, en moyenne entre 40 et 50 €/ha/an
- Un prix d'équilibre du crédit carbone supérieur au coût du CC sur le marché aujourd'hui
 - 72 à 86 €/ teqCO₂ en médiane pour les projets avec des pertes de marge
 - Plus de 50% des projets > prix du marché
- Le contexte économique impacte les coûts de mise en place des projets
 - Quand les intrants augmentent globalement des projets « moins chers » mais près de la moitié > 50€ / teqCO₂(47 à 49%)
 - Quand les prix de ventes augmentent globalement des projets « plus chers » en lien avec les changements de cultures
 - Situation type 2023: intrants élevés et prix de ventes intermédiaires: des projets « plus chers » 64 à 65% > 50€/ teqCO₂

Très forte variabilité dépendant de la situation initiale de la ferme. On ne peut pas généraliser par type de levier

} En contexte 2016-2020



30 ans

Merci pour votre attention

Hélène LAGRANGE ⁽¹⁾,

LEVEAU V. ⁽¹⁾, NITSCHHELM L. ⁽¹⁾, BERRODIER M. ⁽¹⁾, JEAN M. ⁽¹⁾, HENAFF M. ⁽²⁾, SCHNEIDER A. ⁽³⁾

⁽¹⁾ARVALIS – Institut du végétal, ⁽²⁾AGROSOLUTIONS, ⁽³⁾TERRES INOVIA



30 ans

16^e Rencontres

DE LA FERTILISATION RAISONNÉE ET DE L'ANALYSE

21, 22 et 23 novembre 2023

Palais des congrès de Tours