



Projet OptiCIVE

Impact des CIVE sur le stockage du carbone dans les sols



OPTICIVE – 2015- 2019

L'organisation des travaux

ARVALIS
Institut du végétal

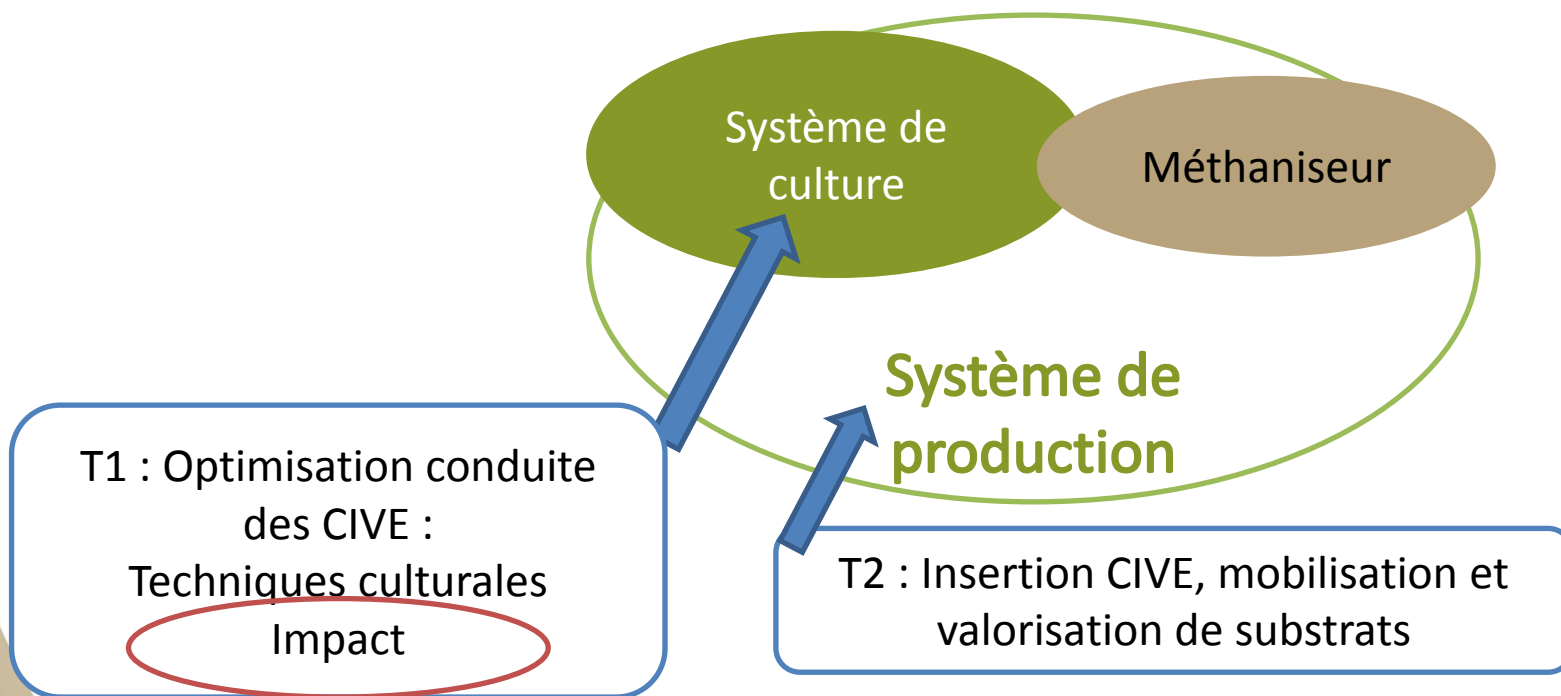
Terres
Univia
l'interprofession des huiles et protéines végétales

Terres
Inovia
l'agronomie en mouvement

euràlis
NOURRIR VOTRE CONFIANCE



GIE GAO





L'exportation des CIVE conduit-elle à un déstockage du carbone organique?

L'exportation des CIVE impacte-t-elle le stockage de carbone organique par les sols ?

Quel effet du retour au sol des digestats sur le stockage de carbone organique par les sols ?

Y a-t-il un impact différent selon la rotation ?

Y a-t-il un impact différent selon le type de sol ?



Cas types à partir des résultats OptiCIVE



Focus sur les plateformes SYPPRE Sud Ouest, projet SOLEBIOM

Comment appréhender l'impact des pratiques culturelles sur le stock, la teneur ou la répartition du C dans le sol

Un modèle simple de calcul de bilan humique à la parcelle : AMG*

*AMG, du nom de ses auteurs: Andriulo, Mary, Guérif - INRA de LAON

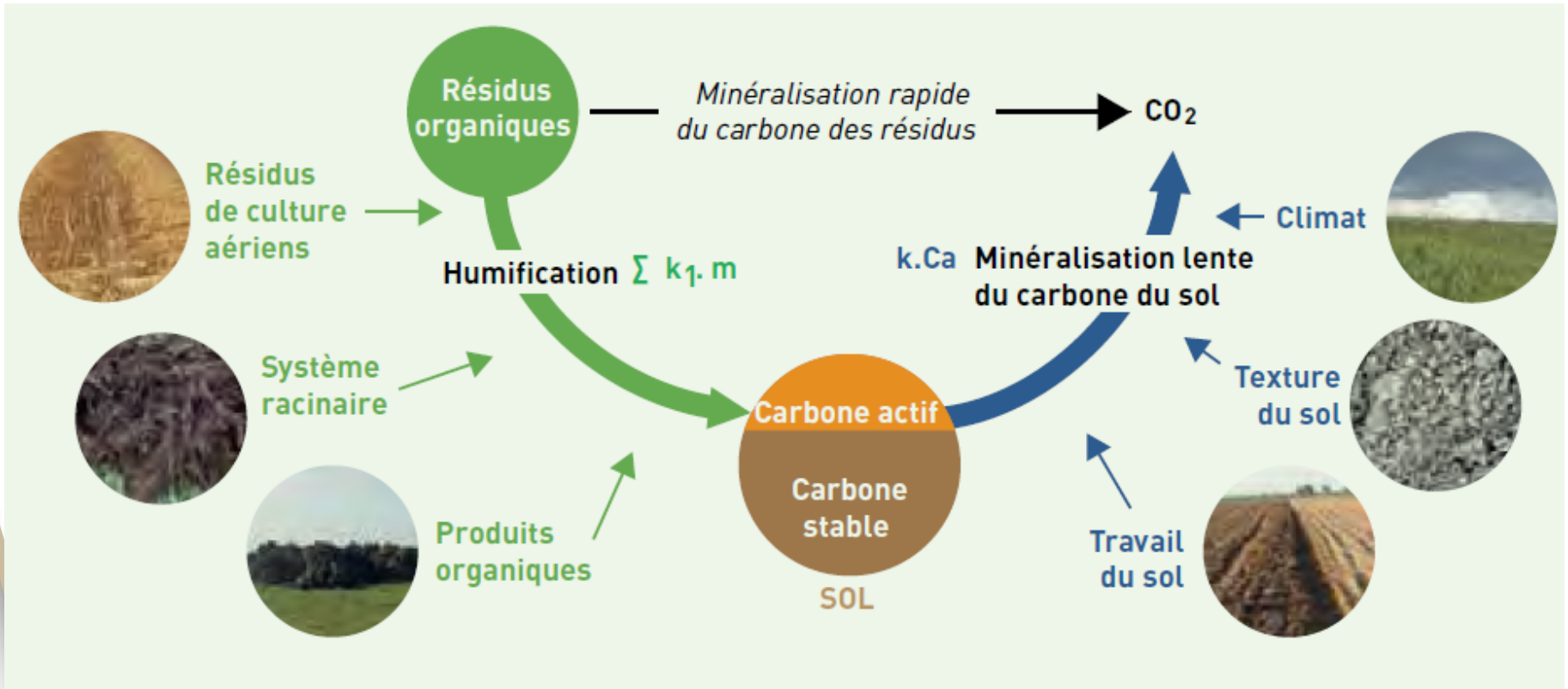


Figure 2 : Le bilan humique à la parcelle tel que modélisé par le modèle AMG. La variation annuelle du carbone organique actif est la différence entre les « entrées » dans ce compartiment, via divers apports, et les « sorties », suite à sa minéralisation lente sous l'influence de divers facteurs.



L'exportation des CIVE impacte -t-elle le stockage de carbone organique par les sols ?

- Cas d'étude B:**

Sol (source Base Sol Arvalis, 2019)

Horizon de surface	Taux argile décarbonatée (%)	Taux de MO (%)	Taux de CaCO3 (%)	Densité apparente (g/cm3)	Taux de cailloux (% du volume)	pH eau	Azote organique
Terreforts moyens MP5113001	42.97	1.70	6	1.33	5	7.6	0.11

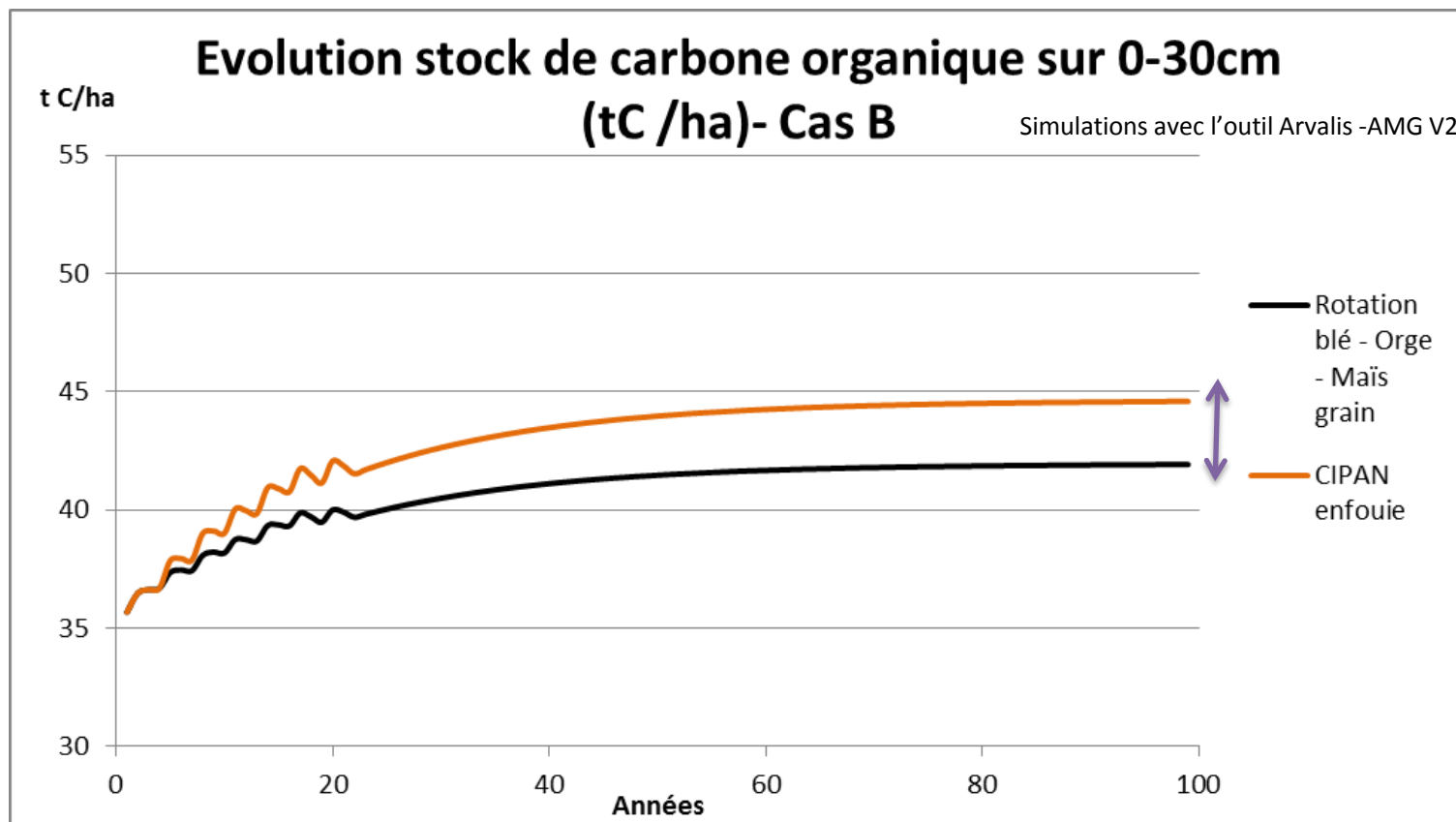
Rotation type

Cultures dans la rotation	CIVE	CIPAN	Travail du sol
Blé (60q/ha) Orge d'hiver (65 q/ha) Maïs irrigué (110q/ha)	CIVE d'hiver avant le maïs grain 6 tMS/ha Impact rdt maïs -10q/ha	CIPAN type graminée avant le maïs grain 2 tMS/ha Pas d'impact rdt maïs	Labour 25 cm



L'exportation des CIVE impacte -t-elle le stockage de carbone organique par les sols ?

Rôle d'un couvert type CIPAN dans le stockage du carbone ?

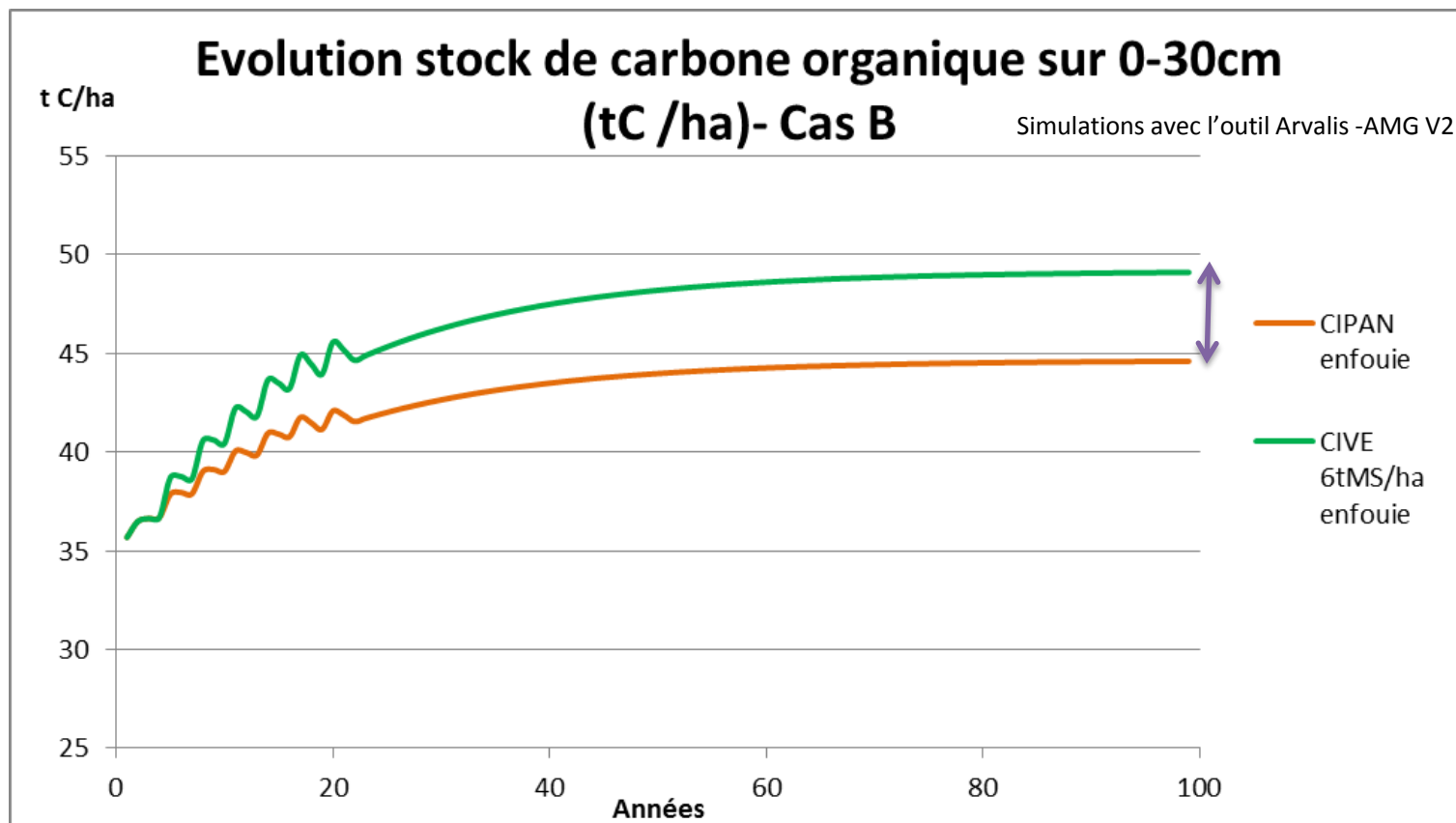


**Effet CIPAN (2tMS /ha) =
+ 0.12% MO**



L'exportation des CIVE impacte -t-elle le stockage de carbone organique par les sols ?

Que permettrait l'enfouissement de la CIVE ?

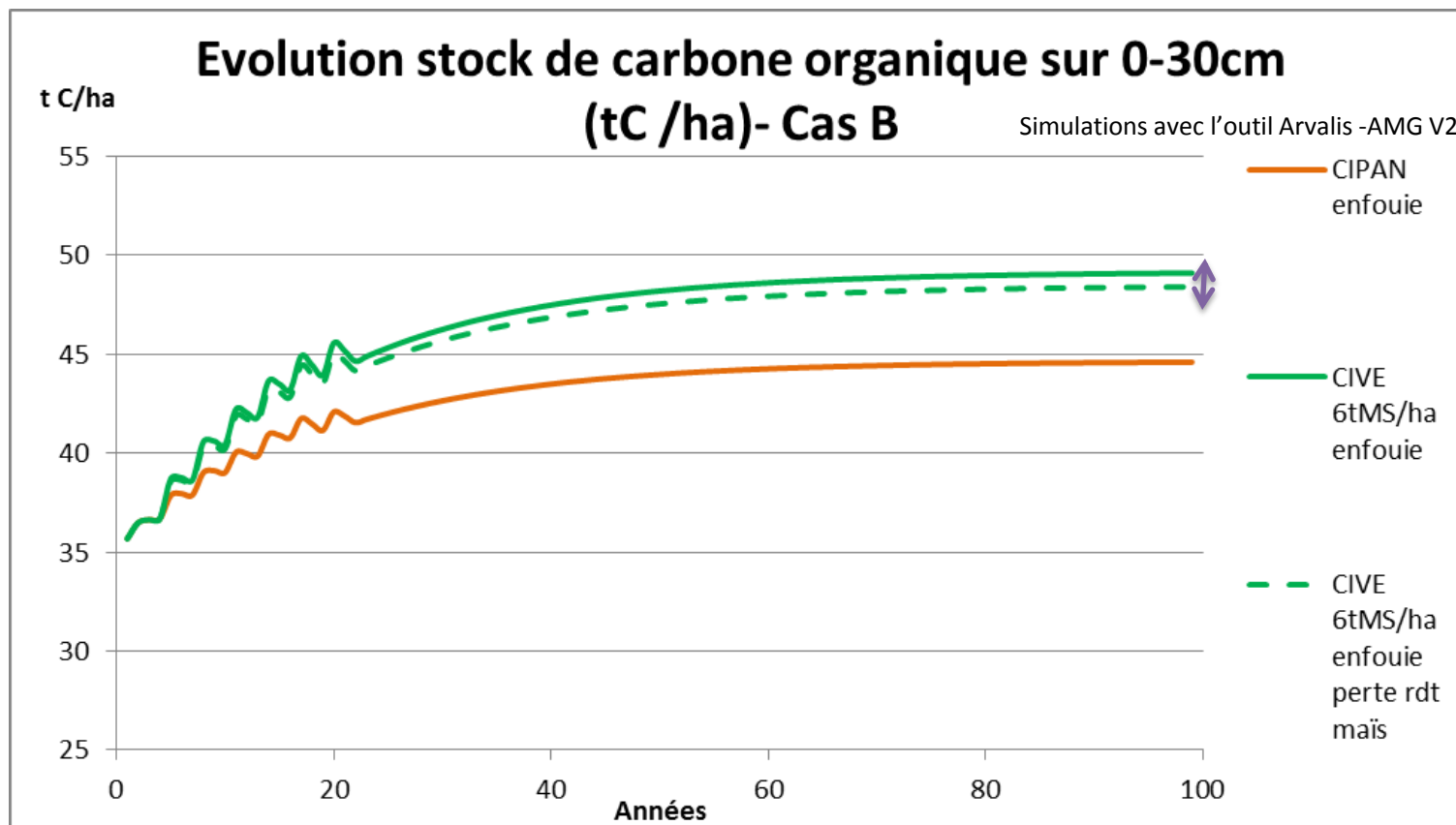


Effet enfouissement de la CIVE (6tMS /ha) = + 0.20% MO



L'exportation des CIVE impacte -t-elle le stockage de carbone organique par les sols ?

Impact d'une baisse de rendement du maïs sur le stockage du C ?



Effet enfouissement de la CIVE (6tMS /ha) = + 0.20% MO

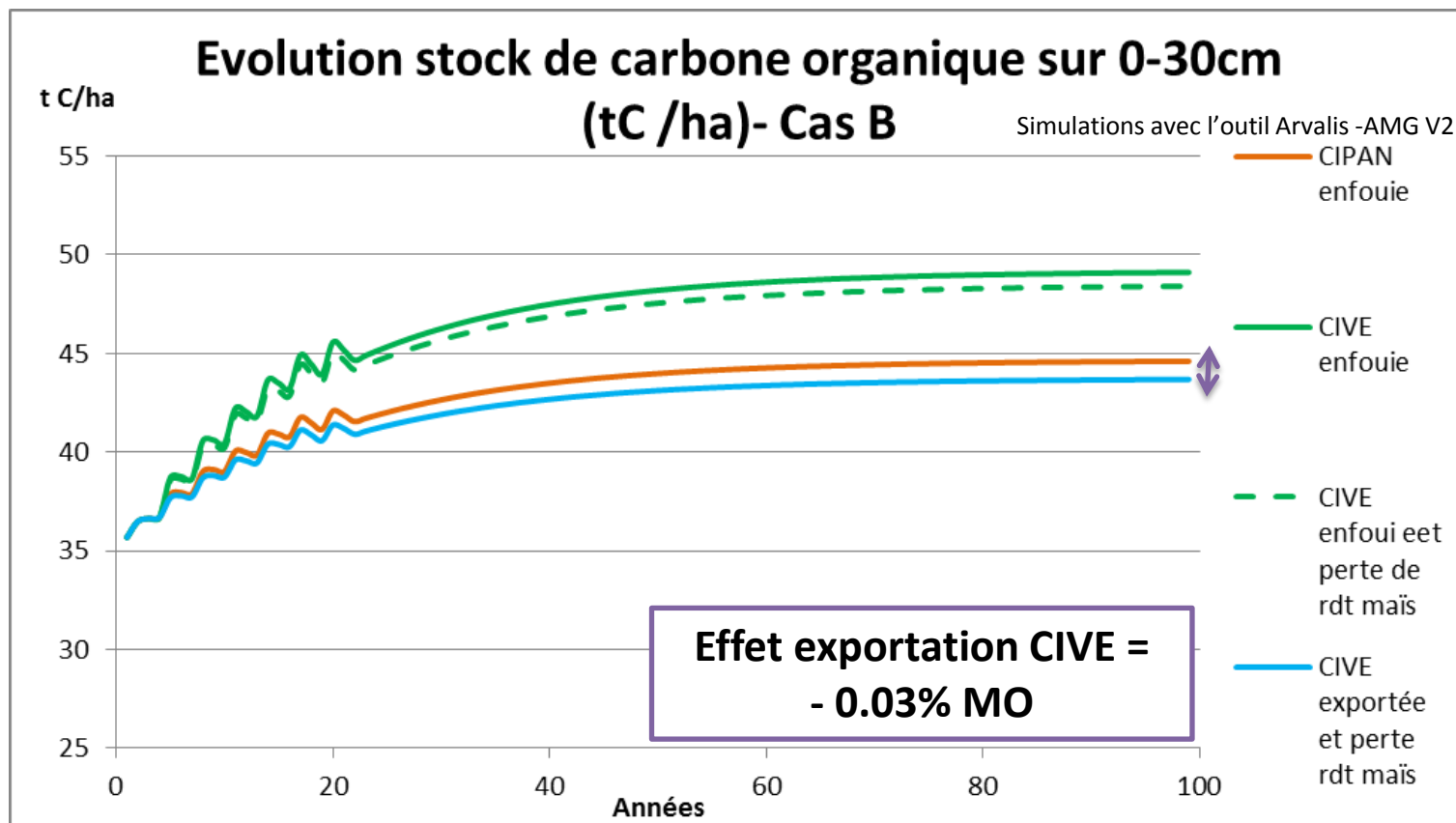
Effet perte de rendement du maïs = -0.03% MO

16/12/2019



L'exportation des CIVE impacte -t-elle le stockage de carbone organique par les sols ?

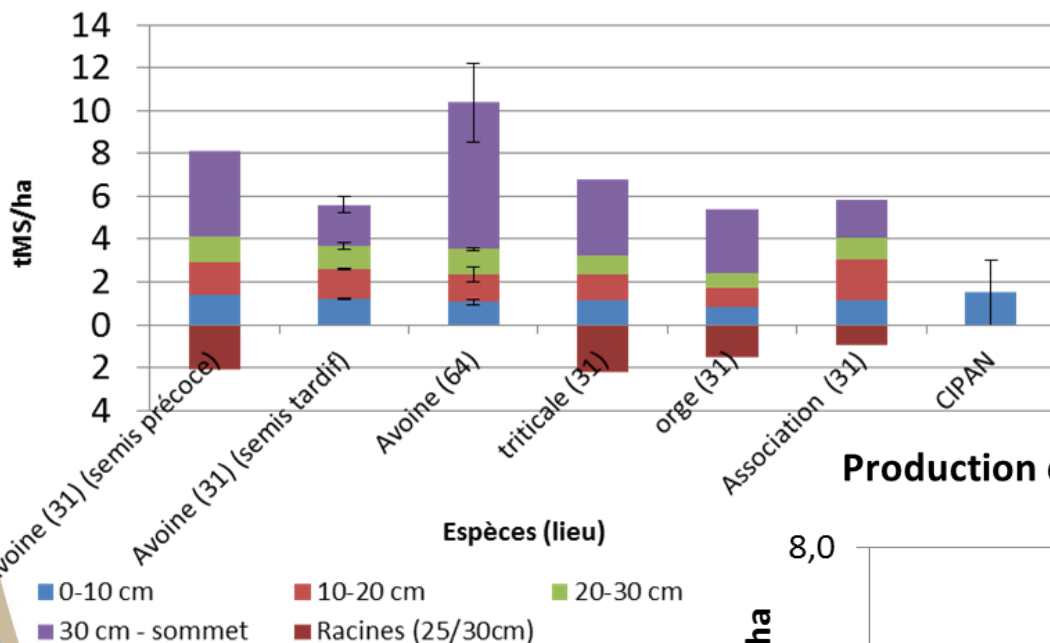
Impact de l'exportation de la CIVE?



En comparaison à une CIPAN enfouie, la présence d'une CIVE exportée permet de stocker du C mais en quantité plus faible

Restitutions des CIVE

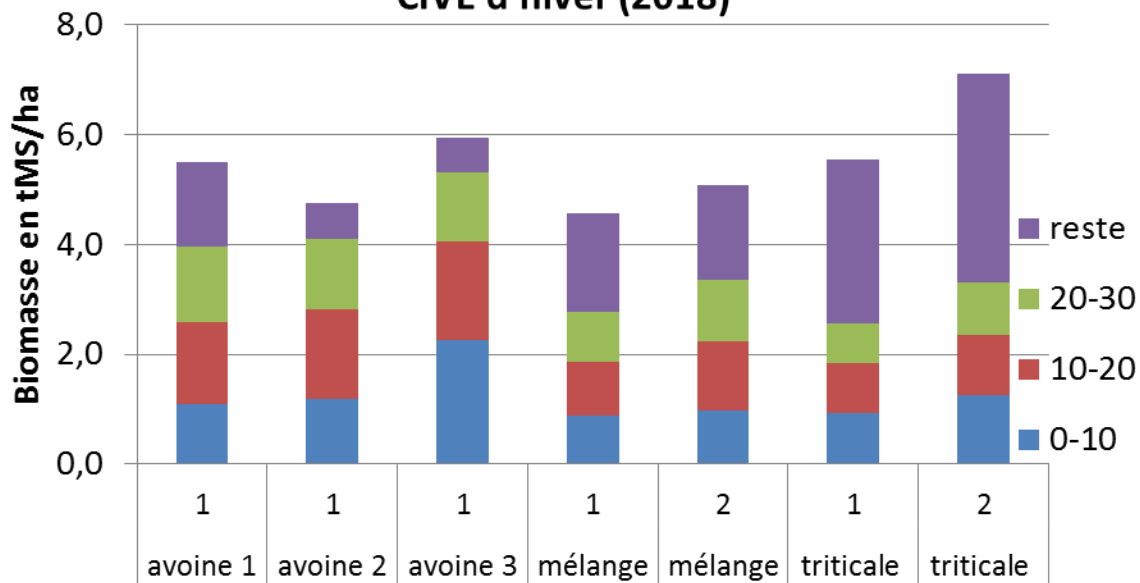
Production de biomasse aérienne et souterraine de CIVE d'hiver (2017)



Près de **2 tMS/ha**
restituées au sol

par les chaumes de 15 cm
et les racines

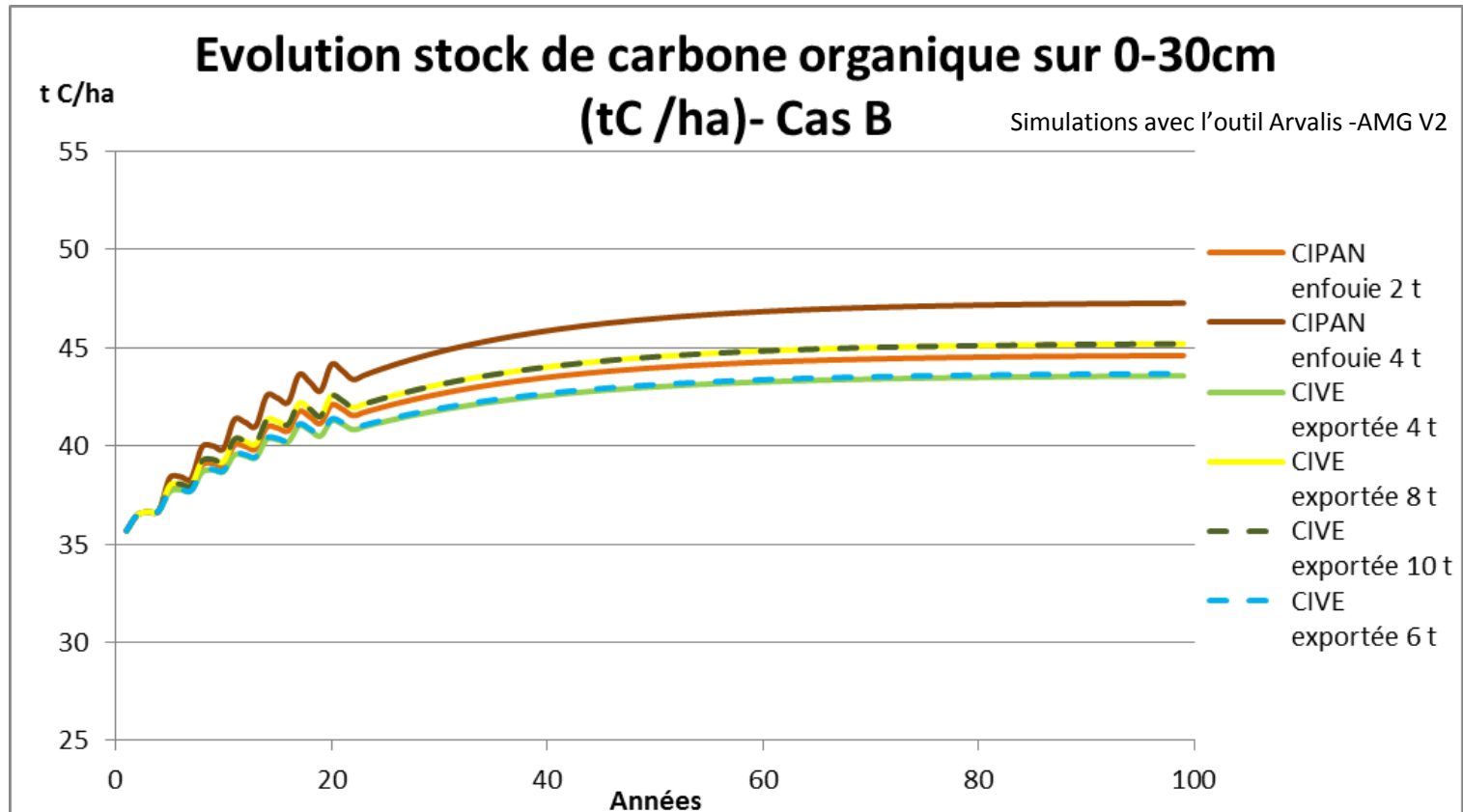
Production de biomasse aérienne et souterraine de CIVE d'hiver (2018)





L'exportation des CIVE impacte -t-elle le stockage de carbone organique par les sols ?

Effet rendement de la CIVE



CIPAN: production augmente = stockage augmente

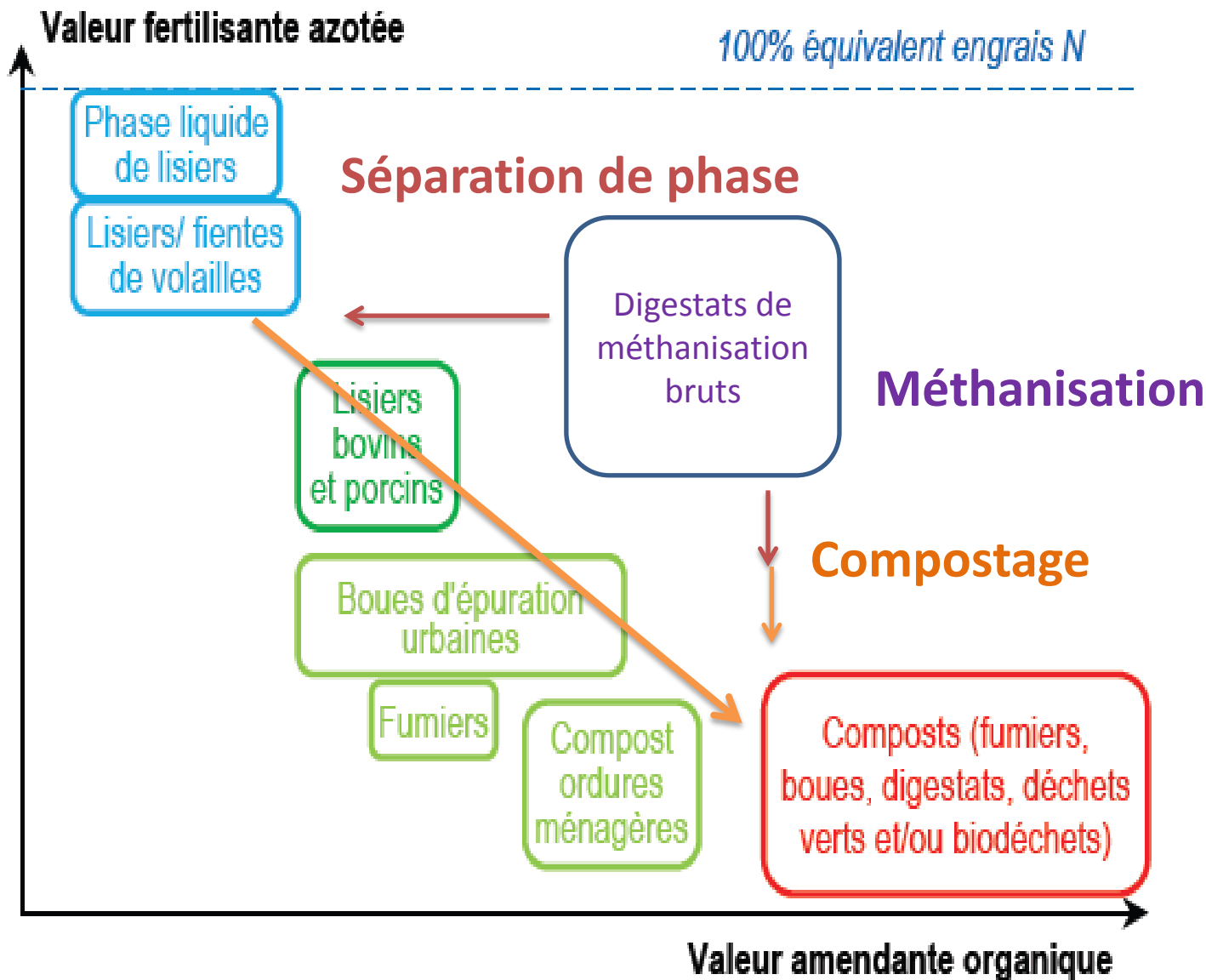
CIVE: peu d'effet rendement

un rendement élevé permet d'atteindre le même niveau de stockage qu'une CIPAN à environ 2tMS/ha mais pas 4tMS/ha

=> Intégrer d'autres leviers: digestats



Lien entre valeur amendante et fertilisante des MAFOR, INRA





Effet digestat dans le stockage du carbone

2 digestats testés dans la simulation

Caractérisation des digestats:

	Code échantillon	Produit	pH	MS (% MB)	matière organique (% MB)	Carbone organique (g/kg MB)	Ntot (g/kg MB)	N-NH ₄ (g/kg MB)	P ₂ O ₅ (g/kg MB)	K ₂ O (g/kg MB)
Digestat 1	776966	Digestat brut issu de méthanisation de lisier porc + déchets verts + CIVES + déchets abattoir	7.7	5.38	3.7	18.5	4.2	1.3	1.6	4.5
Digestat 2	777054	Digestat brut issu de méthanisation de CIVES + mâles maïs semence	9.8	5.71	4.3	21.5	5.4	3.2	3.1	2.0

	Code échantillon	Produit	MV (% MS)	Soluble (% MVsec)	Hemicellulose (%MVsec)	Cellulose (% MVsec)	Lignine (% MVsec)	Cmin3j (% Corg)	ISMO (% MO)
Digestat 1	776966	Digestat brut issu de méthanisation de lisier porc + déchets verts + CIVES + déchets abattoir	67.91	80.22	9.74	2.25	7.79	7.92	71.4
Digestat 2	777054	Digestat brut issu de méthanisation de CIVES + mâles maïs semence	76.07	45.89	17.53	20.63	15.95	5.31	62.3

ISMO proches

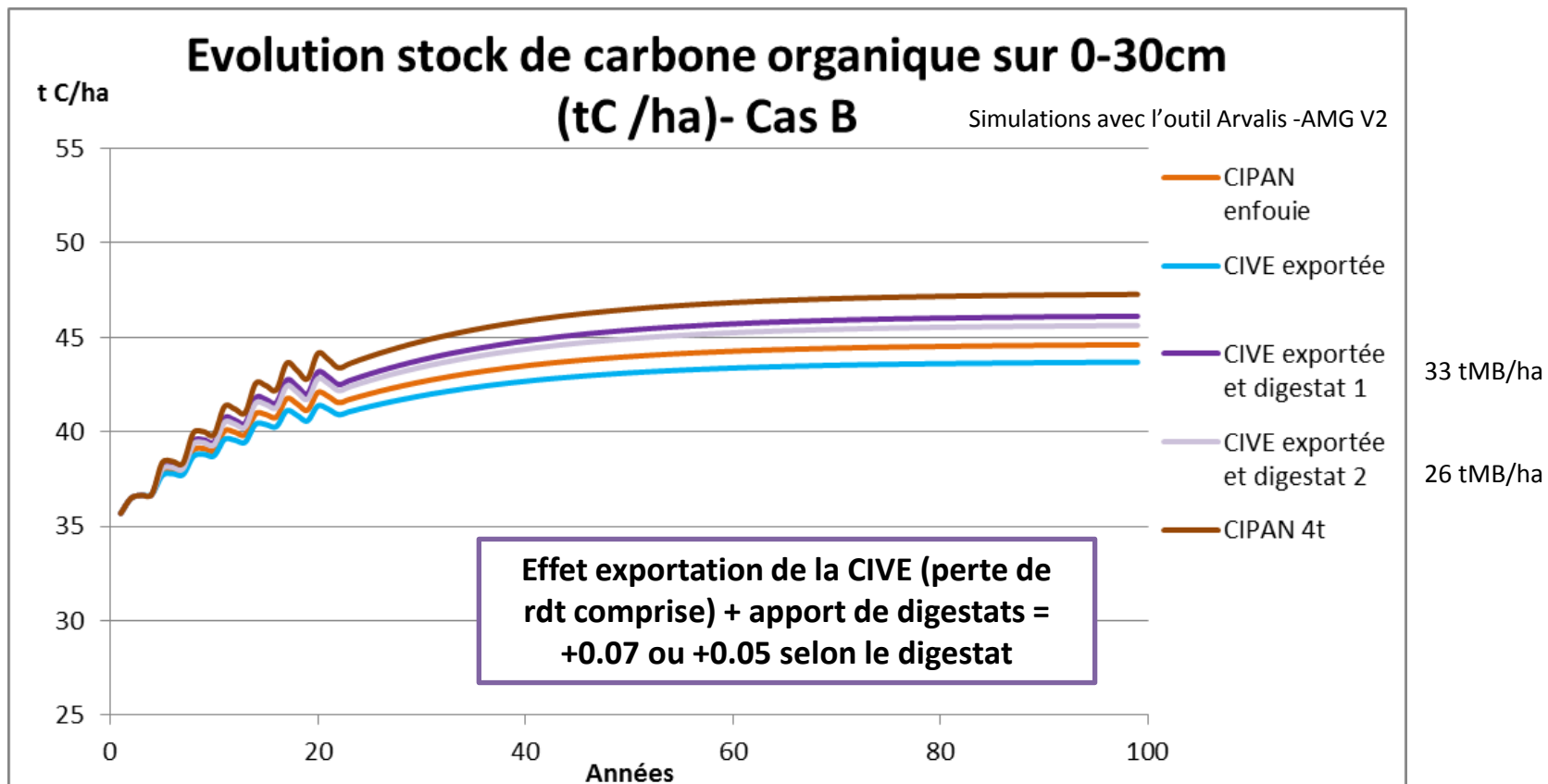
Calcul de la dose: fertilisation N des CIVE, équivalente à celle pratiquée dans les essais : 70 kg d’N efficace/ha

	Ntot (g/kg MB)	KeqN global estimé	Quantité de digestat à apporter pour couvrir le besoin de 70 kg d’N efficace/ha (t MB/ha)
Digestat 1	4.2	0.5	33
Digestat 2	5.4	0.5	26



Effet digestat dans le stockage du carbone

Effet des digestats apportés sur CIVE?



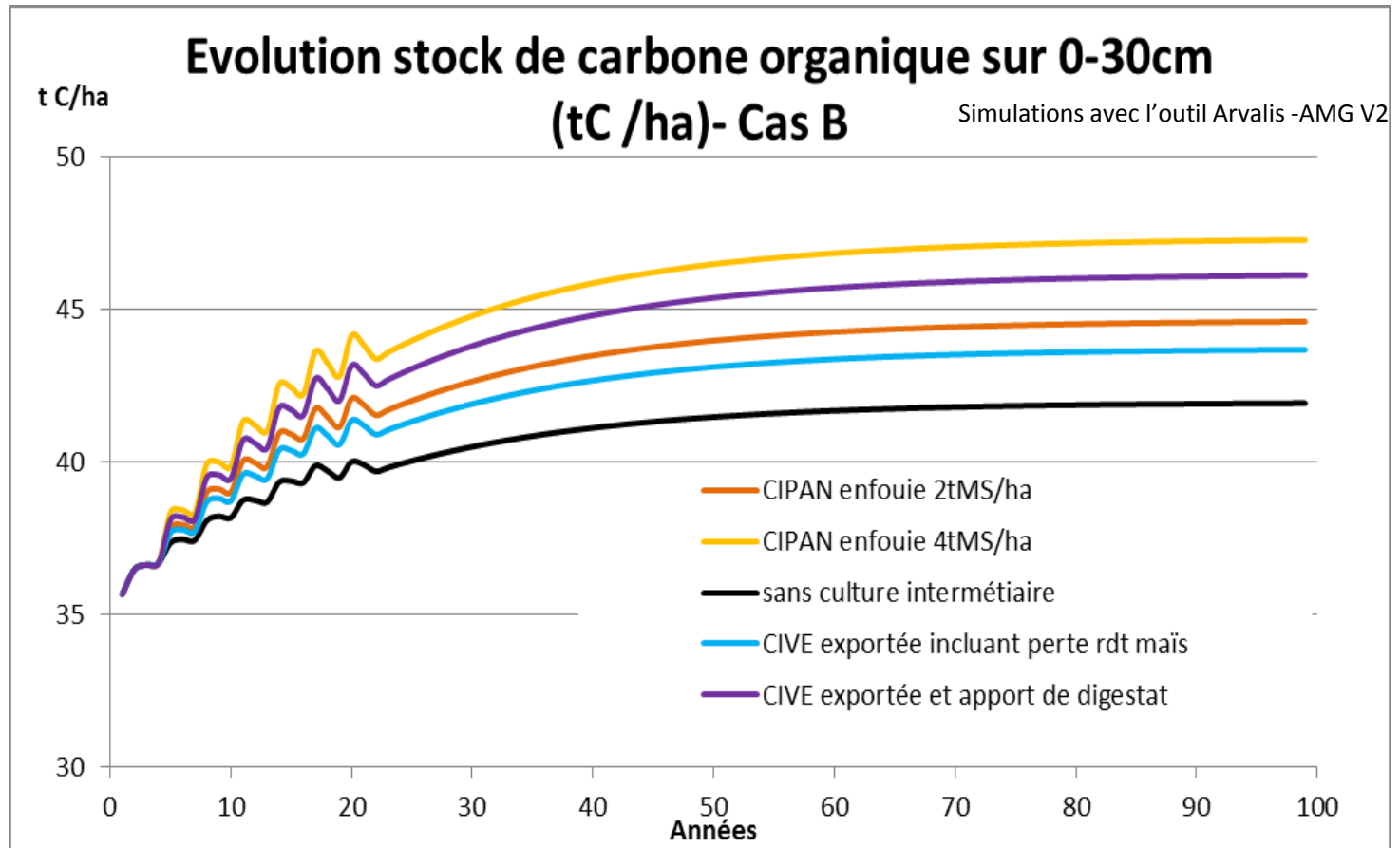
Les 2 digestats testés ont des ISMO et doses proches -> très faible différence sur le stockage de C

L'apport de digestat à une CIVE exportée permet de stocker + de C qu'une CIPAN à 2t



Synthèse des simulations – Cas B

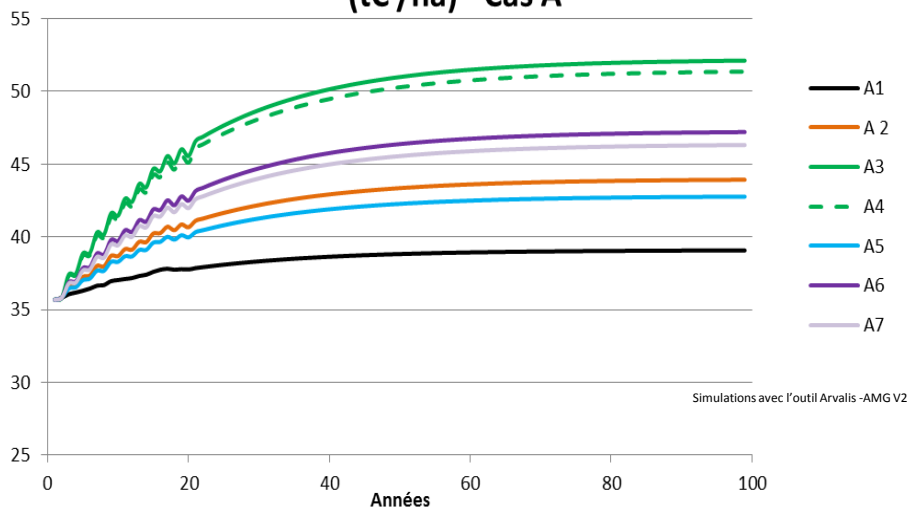
Comparaison CIVE-CIPAN-pas d'interculture



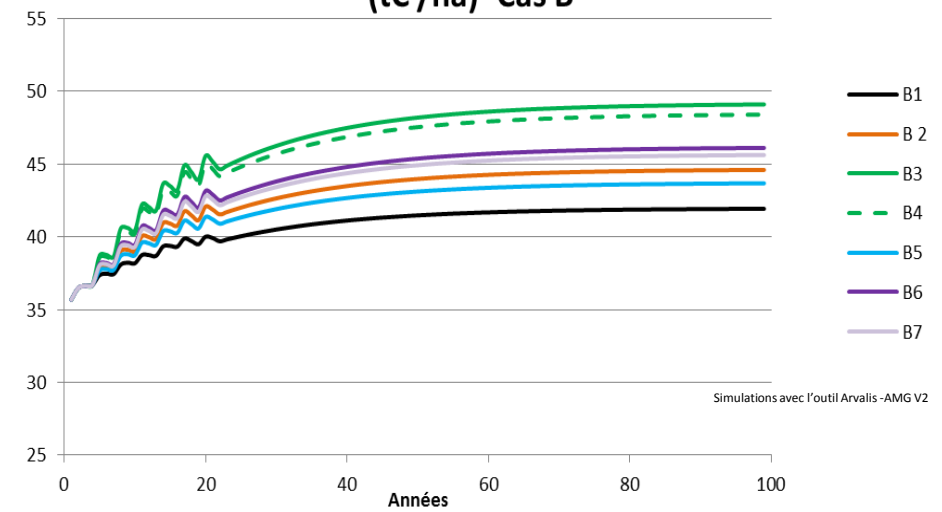


Effet rotation

Evolution stock de carbone organique sur 0-30cm (tC /ha) - Cas A



Evolution stock de carbone organique sur 0-30cm (tC /ha)- Cas B



A: Sorgho 55q/ha Orge d'hiver 65q/ha CIPAN 2 tMS/ha CIVE : 6tMS/ha

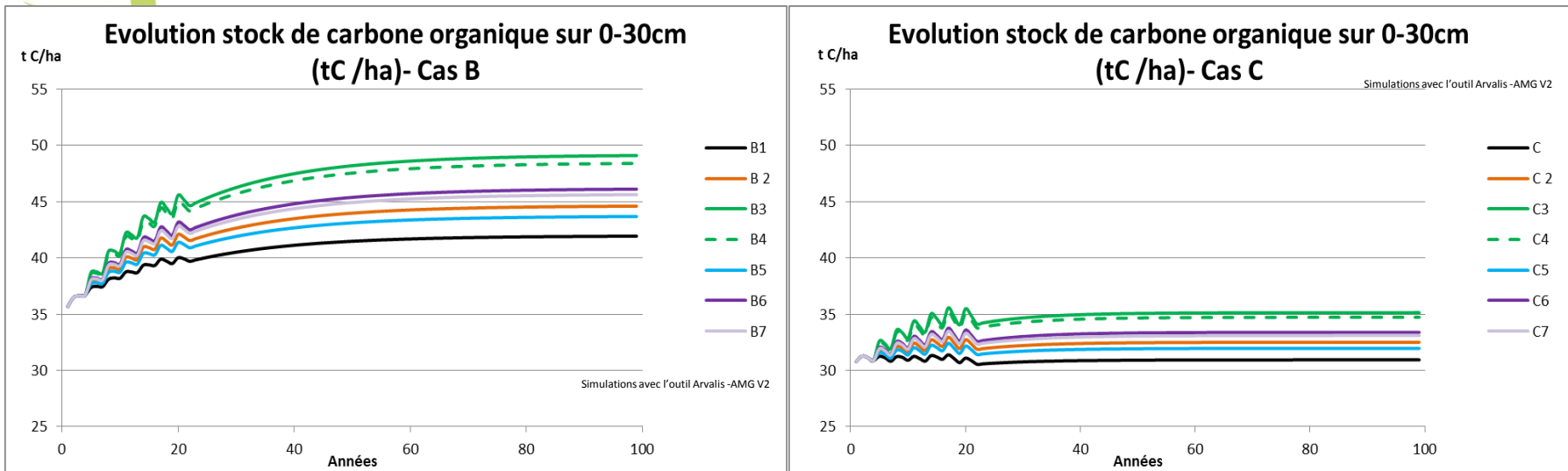
B: Blé tendre d'hiver : 60q/ha Orge d'hiver : 65q/ha Maïs grain : 110q/ha CIPAN : 2 tMS/ha CIVE : 6tMS/ha

CIPAN (ou CIVE) 1 an sur 2

CIPAN (ou CIVE) 1 an sur 3

-> Les tendances sont les mêmes quelle que soit la rotation
 -> quasiment les mêmes quantités de carbone stockées : les restitutions apportées par les cultures de la rotation B compensent une présence moins importante de couverts dans cette rotation.

Effet type de sol



Caractéristique des horizon superficiels	Taux argile décarbonaté (%)	Taux de MO (%)	Taux de CaCO3 (%)	Densité apparente (g/cm3)	pH eau
Terreforts moyens (B)	42.97	1.70	6	1.33	7.6
Boulbènes profondes (C)	15.00	1.50		1.40	6.00

Le cas C stock moins que le cas B:

- teneur de carbone dans le sol à l'état initial
- différence de minéralisation

Les tendances sont les mêmes quel que soit le type de sol

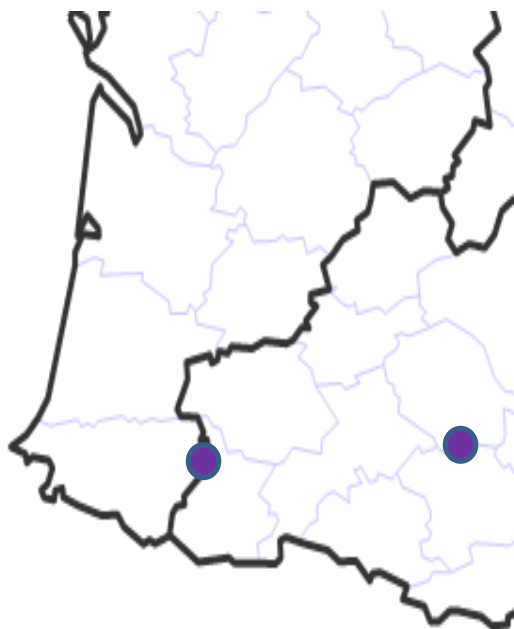


Les dispositifs réels

- Essais Système : Syppre[®]

Terres humifères du Béarn

Conditions pluviales sur sols limoneux à limono argileux profonds et humifères



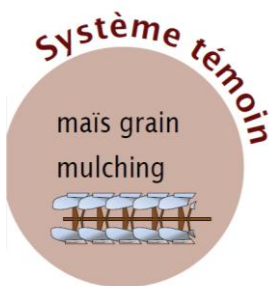
Coteaux argilo-calcaires du Lauragais

Conditions pluviales (séchantes) sur argilo-calcaire

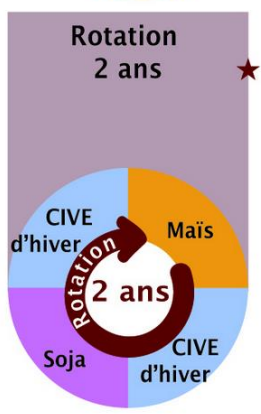
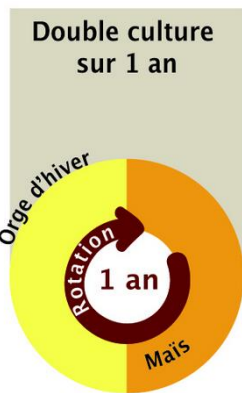
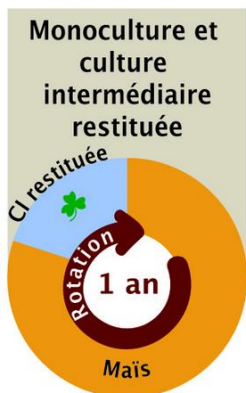
Deux conditions pédoclimatiques très différentes
→ Vers la modélisation

Quel impact sur le C org du sol des CIVE, du digestat?

BEARN



ETP moyenne annuelle mm	Pluies annuelles mm	Température moyenne annuelle °C
868	1069,9	13,5



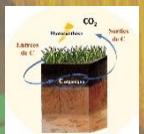
Teneur C org ini	Stock C org ini	Minéralisation carbone	argile	CaCO ₃	cailloux	ph	Azote total
26,6	93,6	1.09	204	0	3,1	5,74	1,8
g Corg /kg	t Corg / ha	t Corg/an	g/kg	g/kg	%	-	g/kg

Stock initial très élevé

MOS récalcitrante à fort C/N (14,7)

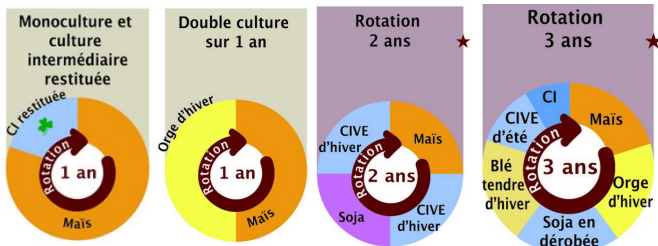
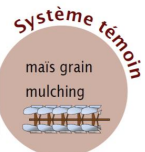
pH très acide <6

Par ailleurs, climat propice à de très forts rendements

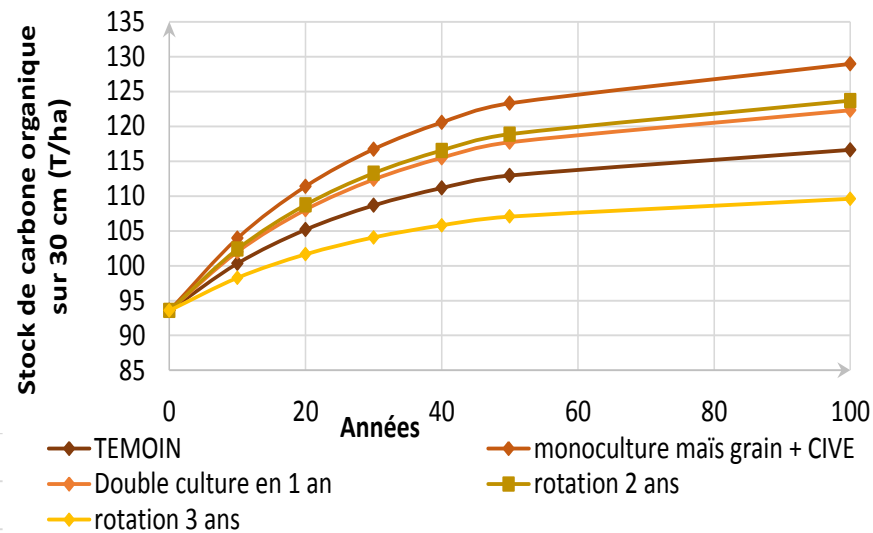
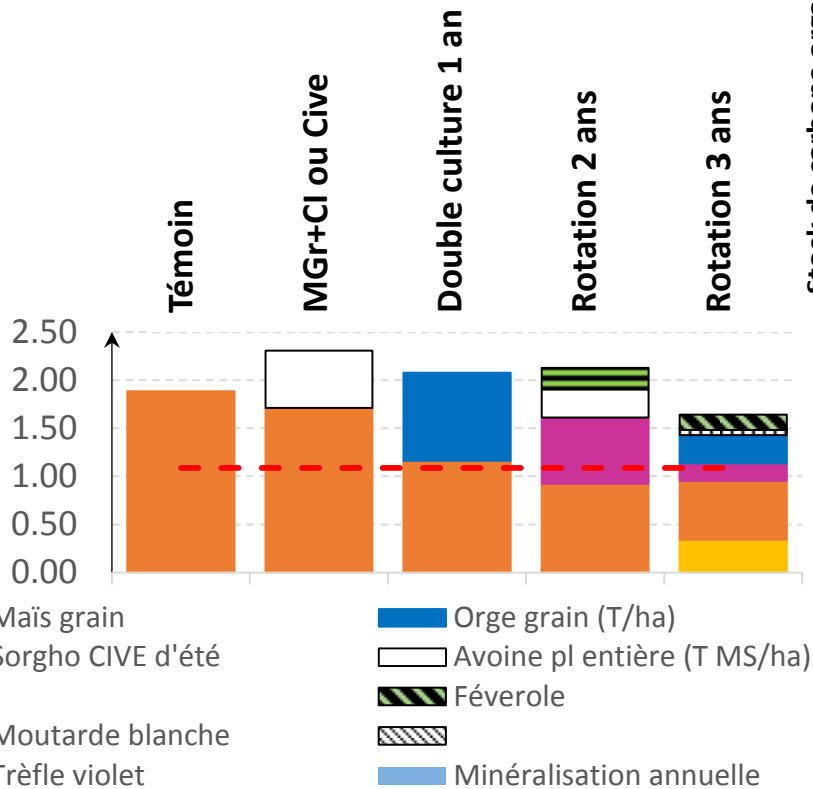


Quel impact sur le C org du sol des CIVE, du digestat?

BEARN

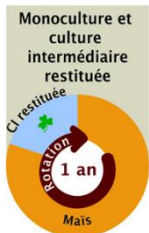


Carbone humifié (k1.m) apporté par les résidus de culture pour chaque scénario (tC/ha/an)



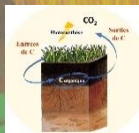
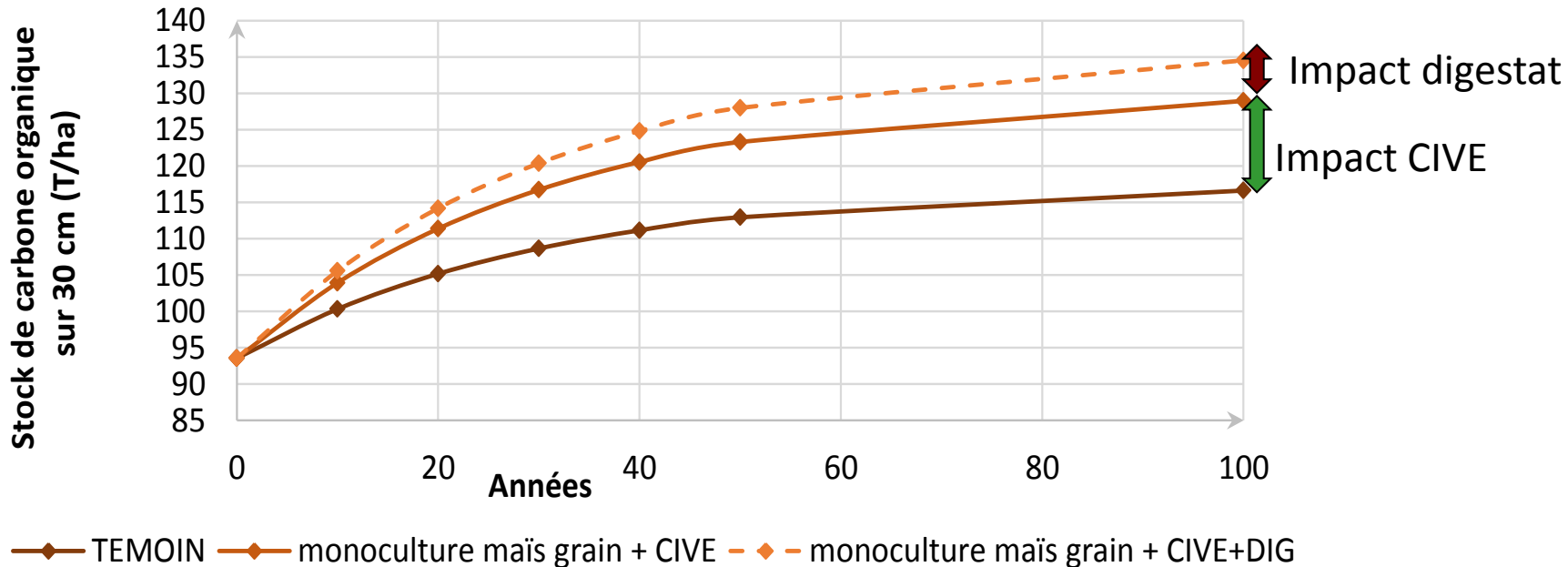
Quel impact sur le C org du sol des CIVE, du digestat?

BEARN Retours de digestats :



Apport 90u Ntotal digestat sur CIVE → apport annuel

Mono culture de maïs grain (MGr)
CIVE: avoine



Les simulations réalisées avec le modèle AMG sur des cas types et sur les deux plateformes SYPPRE du sud-ouest conduisent aux mêmes conclusions :

Evolution du stockage du carbone dans le sol très **dépendante de l'état initial de la simulation** : du sol choisi et en particulier de la teneur en matière organique à l'état initial.

En comparaison à un système sans couvert, **l'exportation de CIVE ne conduit pas à déstocker** du carbone.

On constate un stockage du carbone du fait de la restitution de matières organiques apportées par les racines et les chaumes.

En comparaison à un système avec CIPAN, **selon les rendements de CIVE et de CIPAN, la CIVE exportée, si elle remplace la CIPAN, peut conduire à un stockage de carbone moins important que cette CIPAN.**

La présence de la CIVE signifiant l'intégration d'un système avec méthaniseur, il faut bien considérer l'ensemble des **évolutions du système de culture.**

Dans le cas de **retour de digestat** au sol pour fertiliser les CIVE, on augmente le stockage du carbone dans les sols au-delà de ce que la CIPAN permettait (avec les rendements testés).