



La fertilité des sols dans les systèmes fourragers

Journées AFPP (8 - 9 avril 2015 – Paris)

Impact de l'introduction d'unités de méthanisation à la ferme sur le bilan humique des sols de l'Ouest de la France

Anne-Monique Bodilis, Robert Trochard – Arvalis-Institut du végétal

Gwendoline Lechat - ENSAT

Alain Airiaud – Chambre d'Agriculture de Loire Atlantique

Lise Lambert – ADEME

Simone Hruschka - AILE

Impact de l'introduction d'unités de méthanisation à la ferme sur le bilan humique des sols de l'Ouest de la France

Une étude issue du projet VADIMETHAN - Valeur Agronomique des Digestats Issus de Méthanisation

Et en partenariat avec les coopératives agricoles Terrena et CAVAC

Un projet financé par :



Et



Mémoire de fin d'études de Gwendoline Lechat, 2014

La méthanisation en Pays de la Loire

Une filière en plein essor :

Obj France : 1000
unités en 2020 /
90 en 2012
Actuellement 70
dossiers initiés /an

2013 : 13 unités à la ferme + 3 unités territorialisées en
fonctionnement
+ 22 projets en cours d'instruction

Projection 2030 : 55 % des effluents d'élevage
potentiellement investis en méthaniseur
(prospective ADEME)

Les questions sur le terrain :

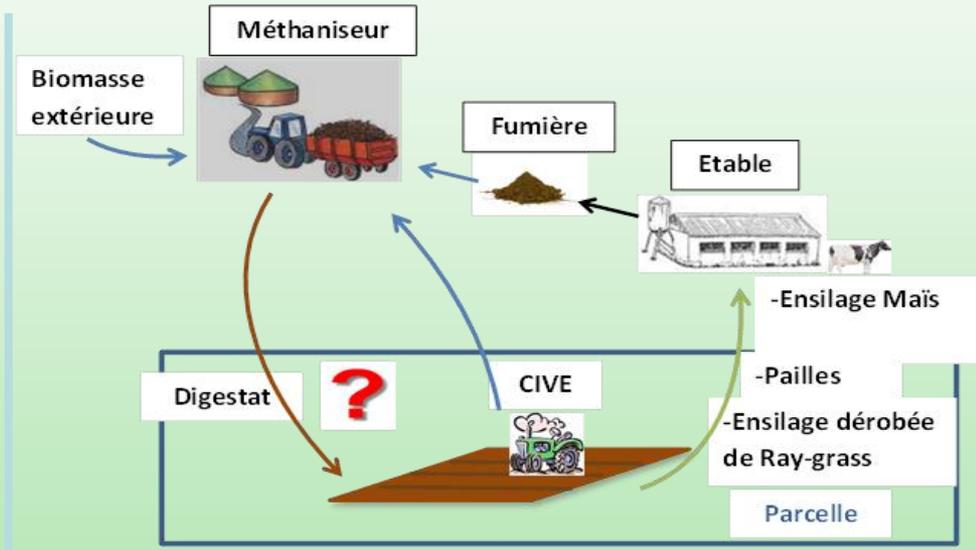
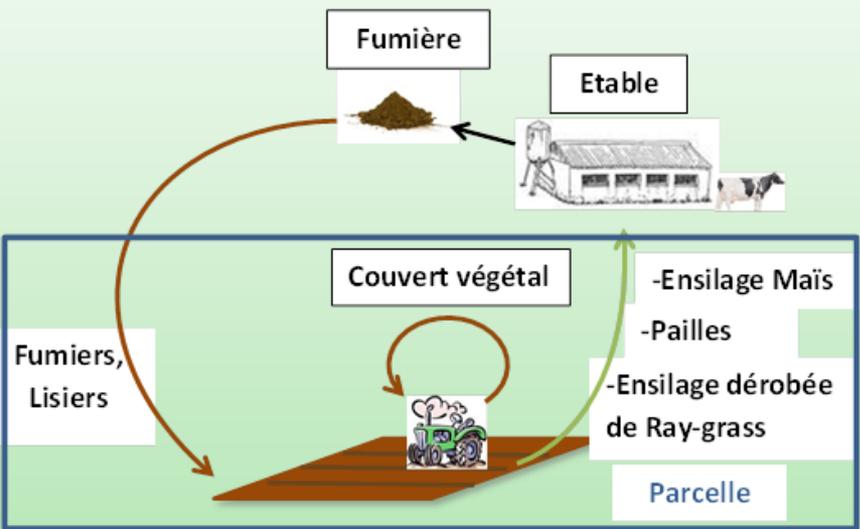
- Quelle est la valeur fertilisante des digestats ?
- Doit-on s'inquiéter de l'évolution du bilan humique des sols des exploitations qui réalisent la méthanisation agricole ?

Des systèmes de production traditionnellement exportateurs de biomasse

Avant introduction de la méthanisation



Les changements induits par la méthanisation

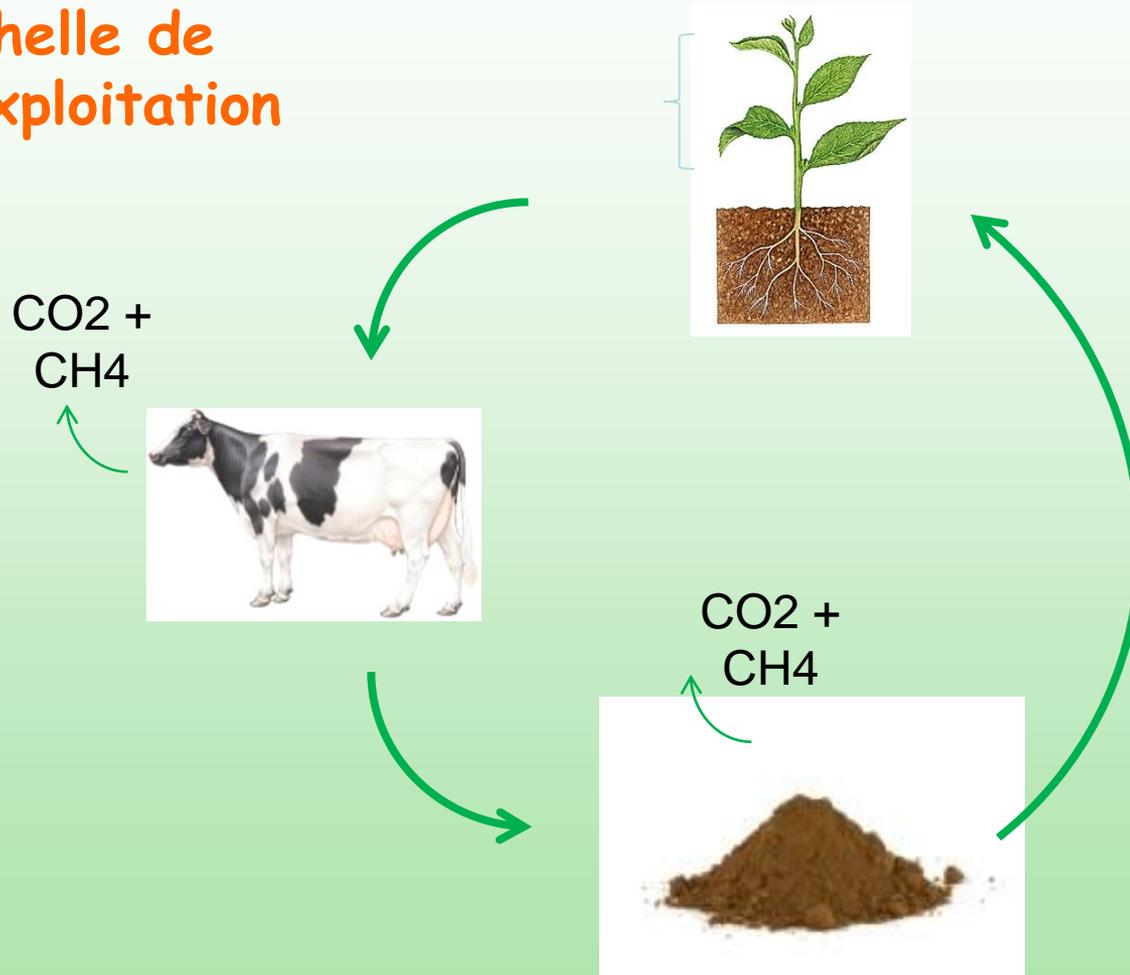


(CIVE= Culture intermédiaire à vocation énergétique)

Bilan Humique

Entrées de Corganique - Sorties de Corganique

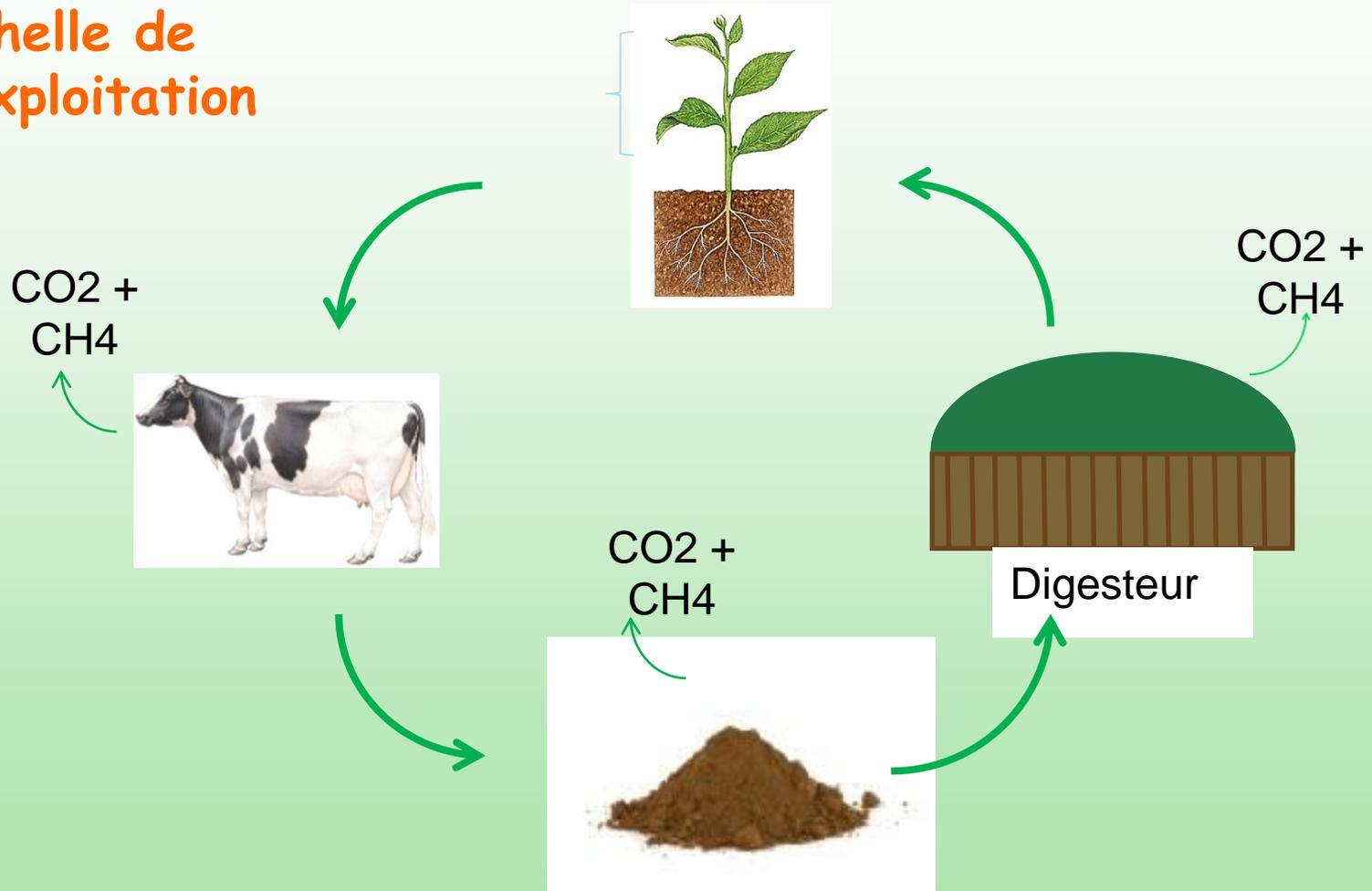
Echelle de l'exploitation



Bilan Humique :

Le méthaniseur: une étape supplémentaire de transformation de la MO

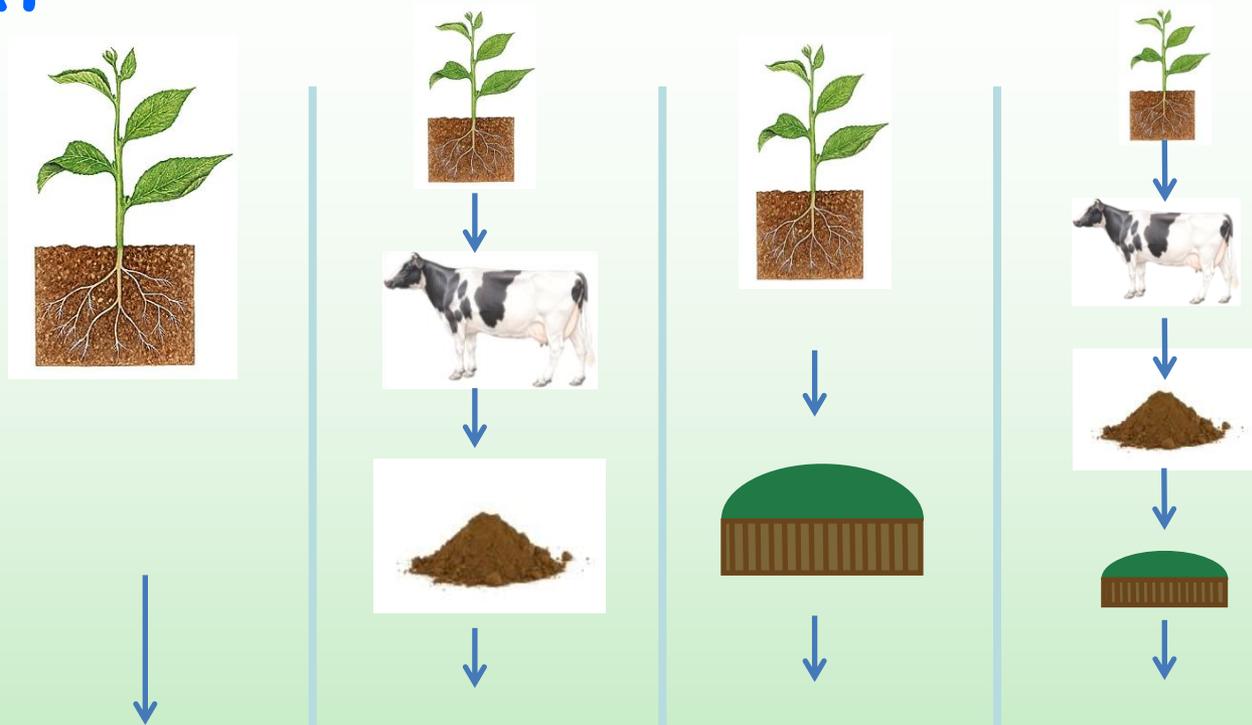
Echelle de l'exploitation



Un nouveau produit résiduaire organique: le digestat

Thomsen et al.,
2013

 **Peu d'impact à priori**



Part du carbone de la
plante retourné au sol

100 %

30 %

20 %

16 %

Coefficient d'humification
du produit épandu

14 %

48 %

58 %

76 %

Part du carbone de la
plante humifié

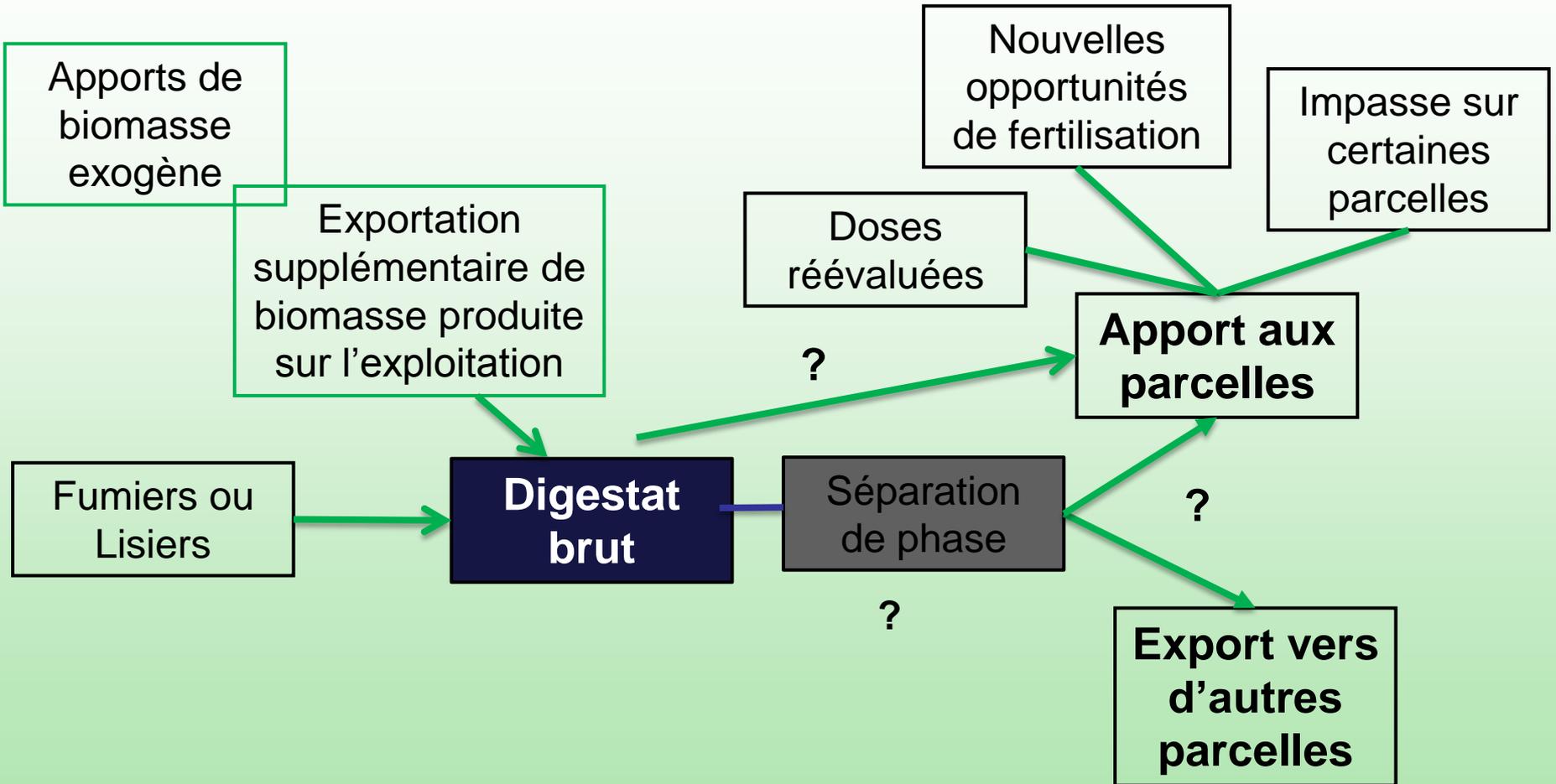
14 %

14.4 %

11.6 %

12.2 %

Modalités de retour de carbone humifié par le digestat

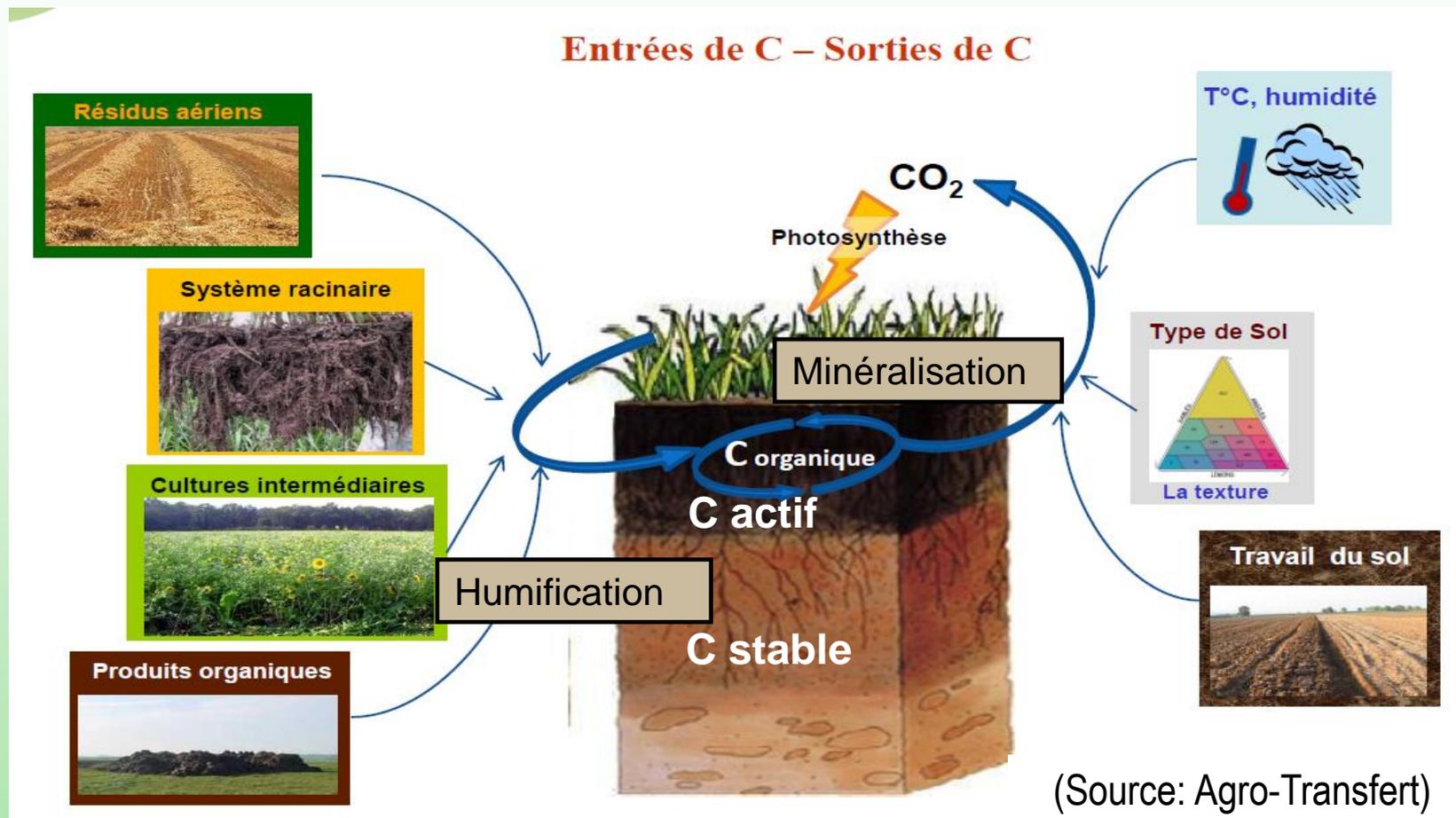


Source : enquêtes exploitations Pays de la Loire 2014

Méthodologie

- **10 enquêtes** dans des exploitations agricoles ligériennes
- **Calcul** de bilan humique :
 - Utilisation de l'outil Arvalis-Institut du végétal (programmation du modèle AMG)
 - Simulations sur 20 ans sans / avec méthanisation à l'échelle de la rotation principale de l'exploitation
- Analyse, interprétation **des teneurs en carbone organique des sols** et de leur **évolution**

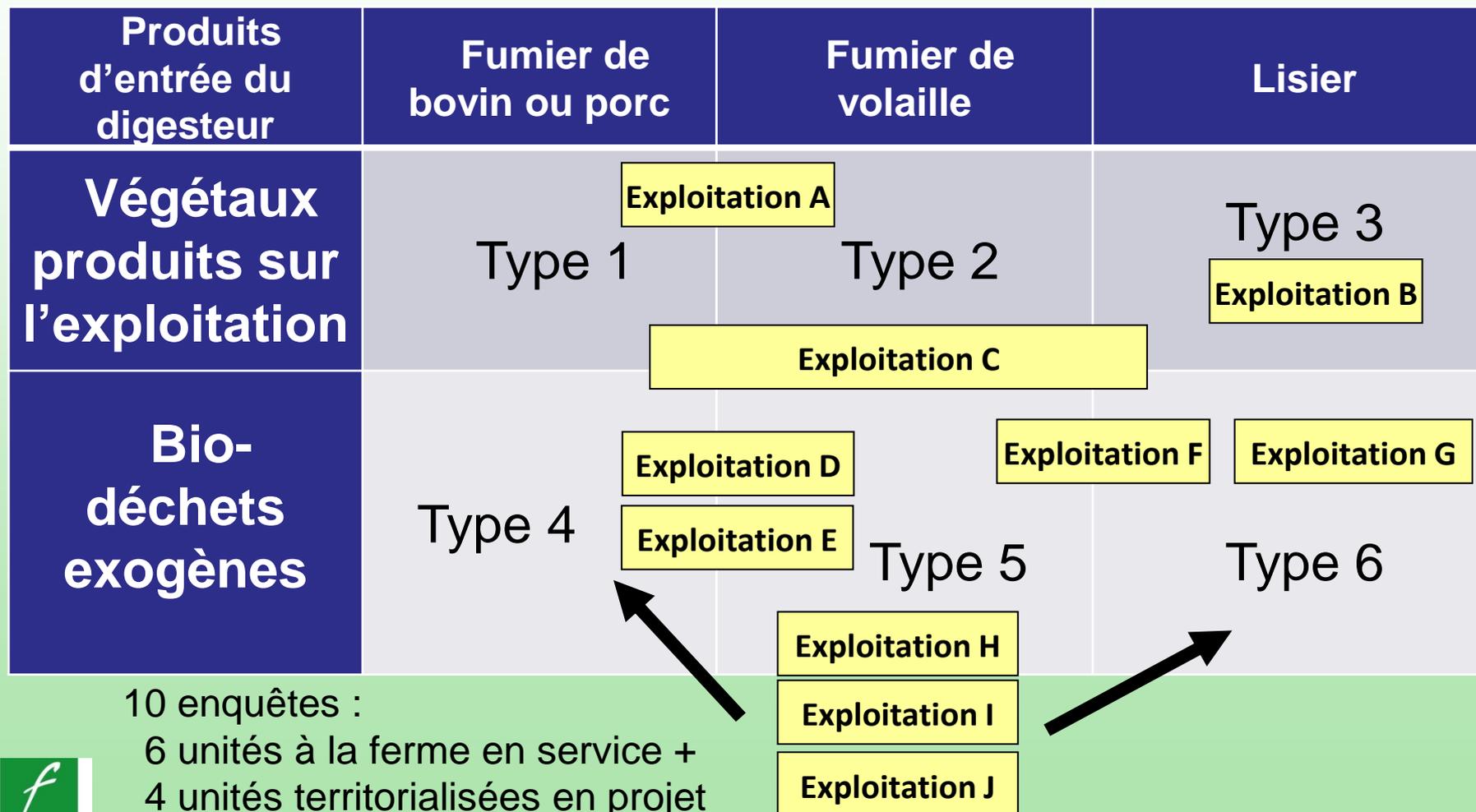
Paramètres de l'équation de bilan humique selon AMG :



Bilan humique = Carbone humifié - Carbone minéralisé

Exploitations enquêtées

typologie a priori : hypothèses formulées pour définir les cas types à modéliser



Méthodologie, Hypothèses retenues

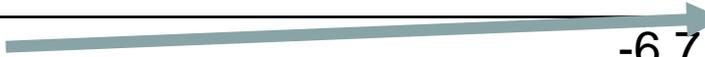
- **Coefficient d'humification** des digestats déterminé par analyse au laboratoire
méthode retenue : minéralisation sur 91 jours ou ISMO
- **Données manquantes :**
 - coefficient d'humification : estimé à partir des analyses de digestat disponibles
 - sols : référence à la base de données Arvalis-Institut du végétal

Résultats

Les facteurs influençant l'apport de C humifié au sol par le digestat

	Potentiel de stockage de carbone du produit % C X K1	Quantité de produits organiques apportée sur la rotation	Opportunité de fertilisation sur de nouvelles cultures	Concentration de la fertilisation organique sur certaines parcelles	Contribution des PRO au stock de C du sol écart méthasans méthatC/ha/20 ans
Exploitation G					-6.7 (-0.4 %)
Exploitation A					-8.4 (-0.7 %)
Exploitation D					-5.9(-0.4 %)
Exploitation I					-6.6 (-0.3 %)
Exploitation H					-2 (-0.1 %)
Exploitation J					-4 (-0.1 %)
Exploitation C					-5.4 (-0.3 %)
Exploitation B					3.5 (+0.2 %)
Exploitation E					-5.5 (-0.4 %)
Exploitation F					+ 5.7(+0.3 %)

Écart aux pratiques d'apport organique antérieures



	Potentiel de stockage de C du produit % C X K1	Quantité de produits orga apportée sur la rotation	Opportunité de ferti sur de nouvelles cultures	Concentration de la ferti organique sur certaines parcelles	Contribution des PRO au stock de C du sol écart métha-sans métha tC/ha/20 ans
Exploitation G	-	=	=	+	-6.7 (-0.4 %)
Exploitation A	-	+	=	+	-8.4 (-0.7 %)
Exploitation D	-	-	=	+	-5.9(-0.4 %)
Exploitation I	-	+	=	=	-6.6 (-0.3 %)
Exploitation H	-	+	+	=	-2 (-0.1 %)
Exploitation J	-	+	++	=	-4 (-0.1 %)
Exploitation C	-	-	=	-	-5.4 (-0.3 %)
Exploitation B	=	+	=	+	3.5 (+0.2 %)
Exploitation E	-	=	=	=	-5.5 (-0.4 %)
Exploitation F	=	+	+	+	5.7 (+0.3 %)

=> Le digestat n'apporte pas autant de carbone humifié que la fertilisation organique appliquée avant méthanisation

Résultats

Autres facteurs de la conduite des cultures modifiés avec l'introduction de la méthanisation et influençant l'apport de C humifié au sol

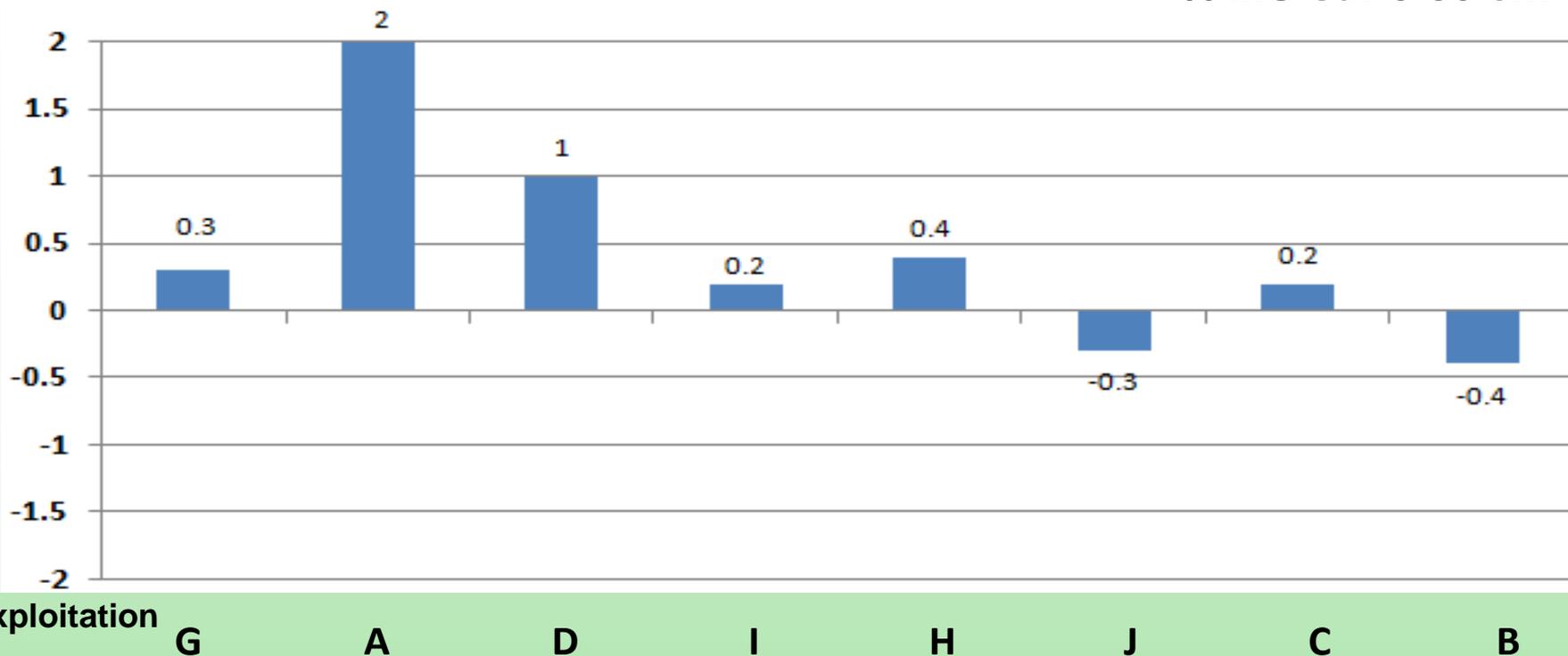
	dérobée exportée vers méthaniseur	Conversion de couverts en dérobée / méthaniseur	Opportunité de fertilisation sur de nouvelles cultures	Concentration de la ferti organique sur certaines parcelles
Exploitation G	0	Triticale (-1.6tC)	=	+
Exploitation A	0	Rgi+ (-0.3tC)	=	+
Exploitation D	0	0	=	+
Exploitation I	0	0	=	=
Exploitation H	0	0	+	=
Exploitation J	0	0	++	=
Exploitation C	Moha (+1tC)	0	=	-
Exploitation B	0	0	=	+
Exploitation E	0	0	=	=
Exploitation F	0	0	+	+

Résultats

Évolution du bilan humique sans méthanisation

Évolution de la teneur en MO du sol de chaque exploitation au bout de 20 ans

% MO sur 0-30 cm



=> Des situations qui ne sont pas encore à l'équilibre

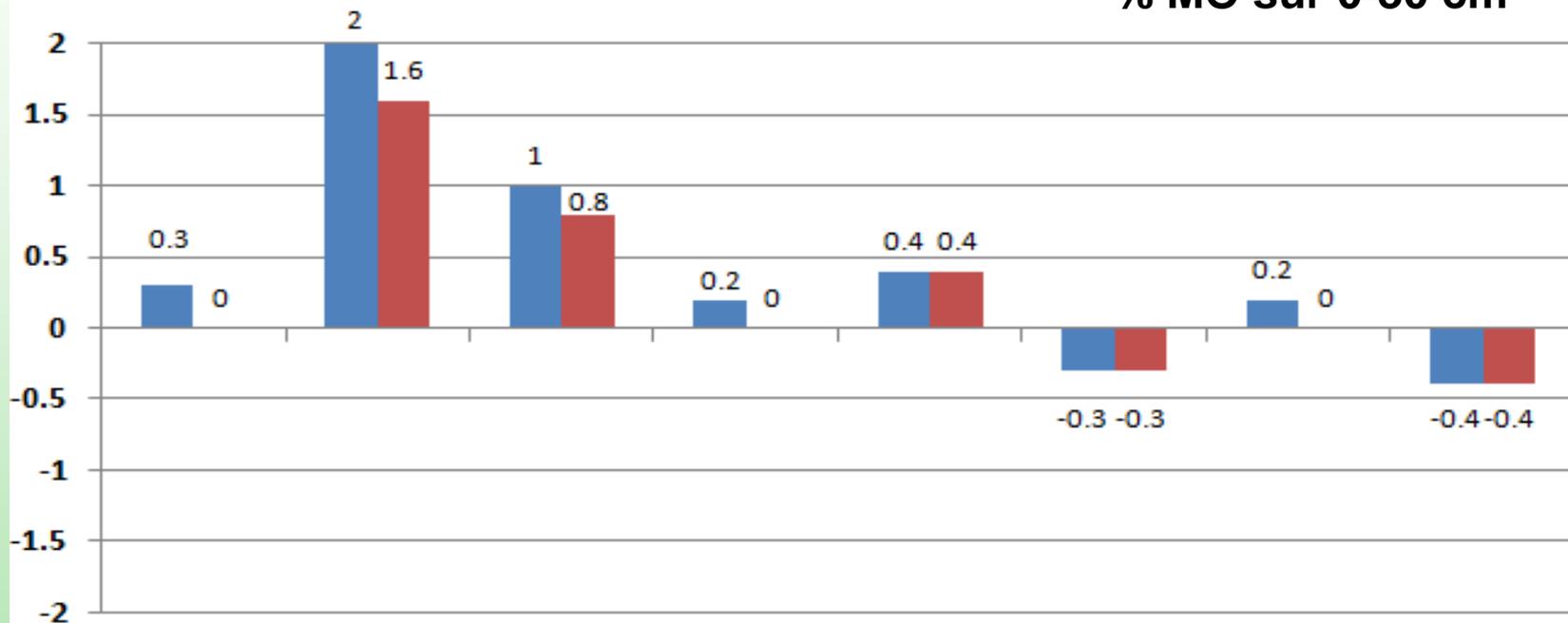
Résultats

Évolution du bilan humique sans méthanisation / avec méthanisation

(Digestat + pratiques)

Évolution de la teneur en MO du sol de chaque exploitation au bout de 20 ans

% MO sur 0-30 cm



exploitation

G

A

D

I

H

J

C

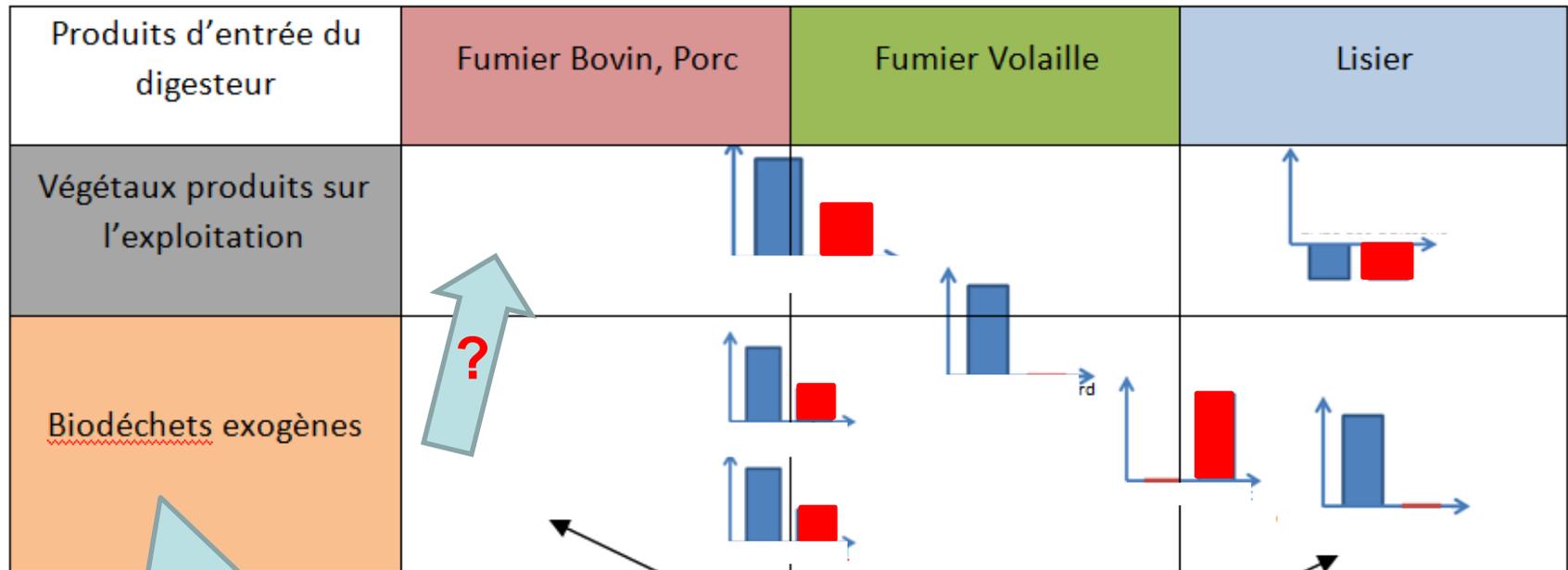
B

=> Des situations qui ne sont pas encore à l'équilibre

=> La méthanisation atténuée mais n'inverse pas la tendance

Résultats

la typologie « entrées digesteur »
ne permet de prévoir la trajectoire



gisement pas extensible à l'infini
pas garanti dans le temps ?

surfaces réceptrices en diminution dans 5 EA / 10 enquêtées

=> Impact prépondérant du sol (% MO) et des pratiques culturales mises en œuvre

Conclusions



Les pratiques culturales ont un poids important dans l'équation de bilan humique.

L'introduction de la méthanisation dans les systèmes de culture ligériens ne fait qu'atténuer ou stabiliser les tendances déjà amorcées.

- L'introduction d'un méthaniseur s'accompagne d'une évolution des pratiques culturales, source de carbone supplémentaire (couverts, quantités apportées...)
- Interpréter l'évolution des stocks de carbone en fonction du système étudié et des objectifs que se fixent les exploitants.

Pour les cas étudiés, **les effets de la méthanisation avec les changements de pratiques associés ne seront probablement pas perceptibles après 20 ans .**

Des leviers restant à valoriser pour maintenir le stock de carbone du sol :

- valorisation de l'interculture
- conserver les pailles sur la parcelle
- optimiser le développement des couverts d'interculture en soignant davantage l'implantation