



_02

Alimentation des animaux et devenir des nutriments

Jean-Yves Dourmad, UMR Pegase, Inra/Agrocampus Ouest

Pascal Peu, UR OPAALE, Irstea, Rennes

Fabrice Guiziou, UR OPAALE, Irstea, Rennes

Contexte

✓ Contribution des effluents aux émissions gazeuses

- Émission de NH_3 (acidification) et N_2O (GES)
- Émission de CH_4
 - => GES (émission non contrôlée)
 - => production d'énergie (méthanisation)

✓ Effets de l'alimentation sur ces émissions

- NH_3 : effet des fibres, des protéines, de certains additifs
- CH_4 : peu d'études

✓ De nombreux coproduits disponibles pour l'alimentation

- Coproduits des biocarburants et des IAA
- Riches en fibres et/ou en protéines

✓ Développement de la méthanisation

- Production de chaleur et d'électricité
- Maîtrise des émissions de CH_4



Approche - Objectifs

✓ Évaluer l'influence de différentes stratégies de formulation des aliments sur :

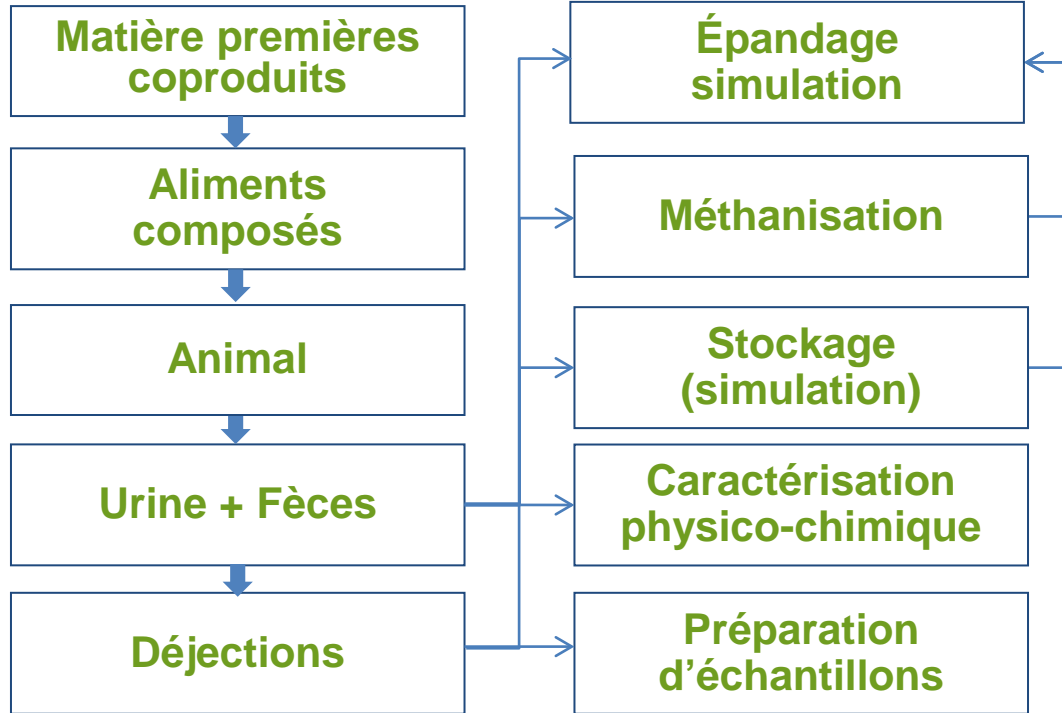
- La quantité et les caractéristiques physico-chimiques des effluents (fèces, urines, déjections)
- Leur potentiel maximal de production de méthane
- L'émission de méthane et d'ammoniac au cours du stockage ou lors d'une digestion anaérobie

✓ Facteurs de variations considérés

- Aliment : Incorporation de co-produits riches en fibres et/ou en protéines (drèches, pulpes, tourteaux de colza)
- Influence du type d'effluent / chaîne de collecte (fèces, lisier frais, lisier stockés)



Approche intégrée



Démarche expérimentale

✓ Essai 1 - Influence de l'incorporation de 20% de différents co-produits

- Drèches de blé (DB), Pulpe de betterave (PB), Tourteau de colza gras (TC)
 - Témoins à haute (HP) ou basse (BP) teneur en protéines
- ⇒ **Potentiel de production de CH₄ (BMP) simulation de stockage (émissions de NH₃, CH₄)**
- ⇒ **Lisier frais, Lisier stocké, Phase solide**



✓ Essai 2 – Validation en digesteur anaérobie

- Deux régimes iso protéiques avec des teneurs différentes en fibres : T.soja vs T.colza+drèches
- ⇒ **BMP – Méthaniseurs de laboratoire**
- ⇒ **Lisier frais, fèces séparées**



Méthodes et mesures



1 - Essais animaux

- Performances (GMQ, IC)
- Collecte des excréta :
urine et fèces

↳ digestibilité des nutriments
↳ bilans de MO, MS, N, C, S



2 – Émission de CH₄

- BMP (potentiel max)
- Simulation de stockage
- Lisier / fèces

↳ émission cumulée et dynamique d'émission



3 – Émission de NH₃

- Simulation de
stockage
- lisier / fèces / urine



4 – Méthanisation

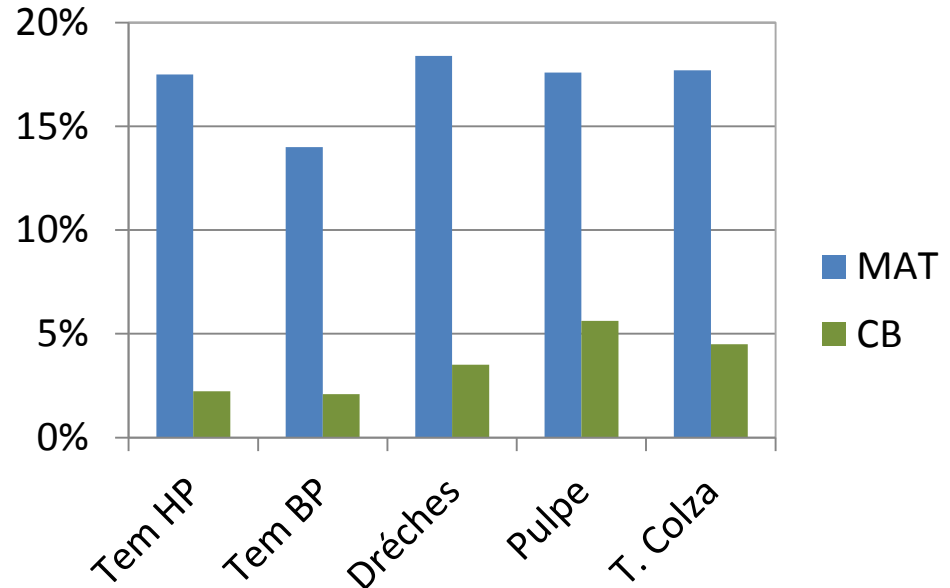
- Mésophile
- Réacteur stabilisé
(37 jours TR)

↳ production de biogaz
et de méthane

Essai 1- Influence de l'incorporation de 20% de trois co-produits riches en fibres

✓ 5 Régimes

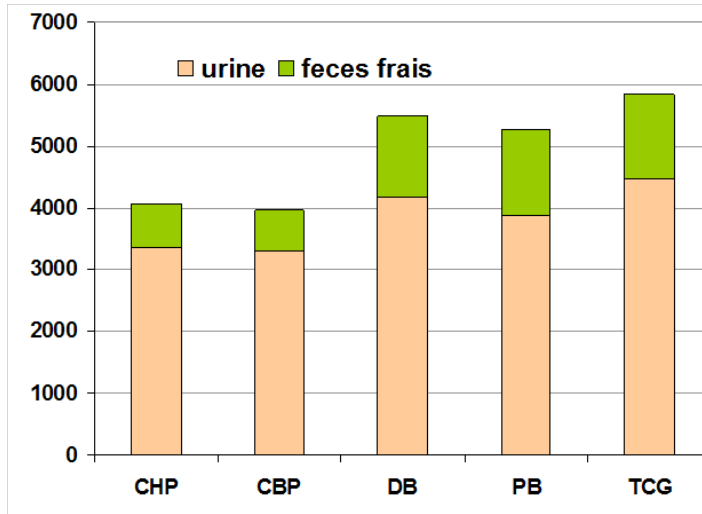
- **Tem HP** : Témoin tourteau de soja haut en protéines
- **Tem BP** : Témoin tourteau soja, bas en protéines
- **Drèches** : Riche en fibres, drèches de blé éthanol
- **Pulpe** : Riche en fibres, pulpe de betterave
- **T.colza** : Riche en fibres, tourteau de colza



Essai 1- Influence du régime sur les performances et la digestibilité des nutriments

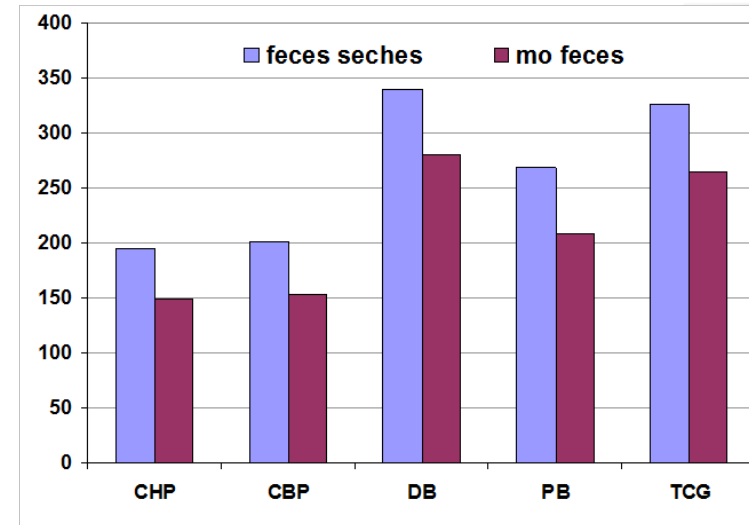
	17,5%	14,0 %	Drèches	Pulpe	Colza	
Aliment (MS/j)	1.83	1.83	1.85	1.84	1.83	
GMQ (g/j)	1015	865	890	905	870	*
IC (kg MS/kg)	1.81	2.13	2.08	2.04	2.12	t
Digest. MO (%)	91.4	91.1	83.7	87.9	84.6	***
Digest. N (%)	91.6	90.5	81.1	83.5	83.4	***
EM (MJ/kg MS)	15.5	15.5	14.4	14.7	14.9	***

Essai 1- Influence du régime sur les quantités d'urine et de fèces (g/porc/jour)



Ajout de fibres

- fèces : + 95%
- urine : + 25%



Ajout de fibres

- fèces sec : + 57%
- MO fèces : + 66%

Essai 1- Influence du régime sur le bilan d'azote (g/porc/jour)

✓ Effet des protéines

⇒ Réduction excrétion
surtout urinaire

✓ Effet des fibres

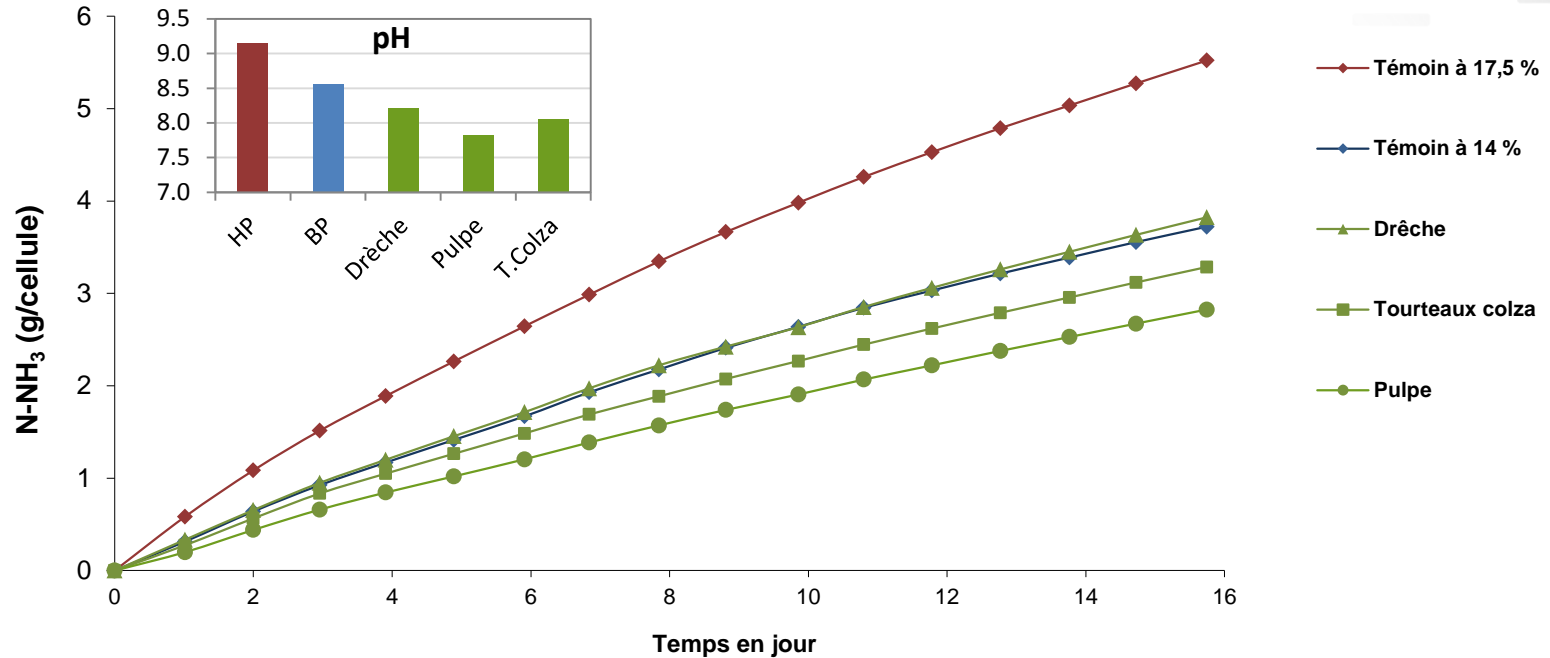
⇒ Modification de la
répartition de l'excrétion

↑ azote fécal (organique)

↓ azote urinaire (minéral)

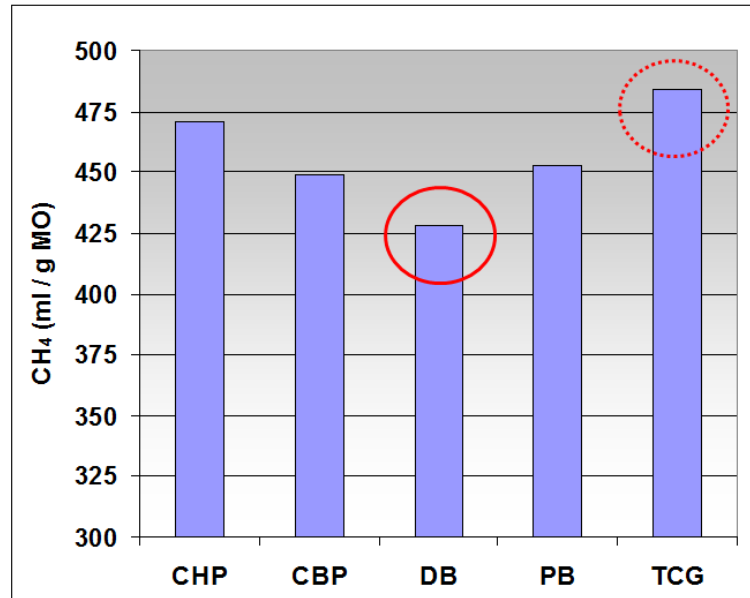
	17,5%	14 %	DB	PB	TCG	
N ingéré (g/j)	58,6	47,0	61,5	59,0	59,0	
N fixé (g/j)	31,5	25,9	28,2	29,3	26,4	***
N excrété (g/j)	27,1	21,1	34,3	29,7	32,6	***
N fécal (%)	18	22	34	33	30	***
N urinaire (%)	82	78	66	67	70	***

Essai 1- Influence du régime sur l'émission d'ammoniac (pilote de laboratoire)

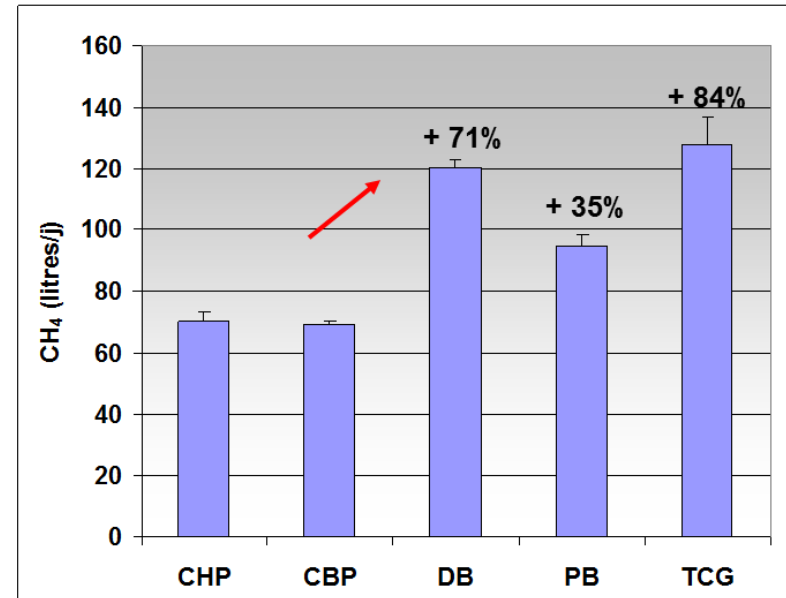


Essai 1- Influence du régime sur le potentiel de production de méthane (BMP)

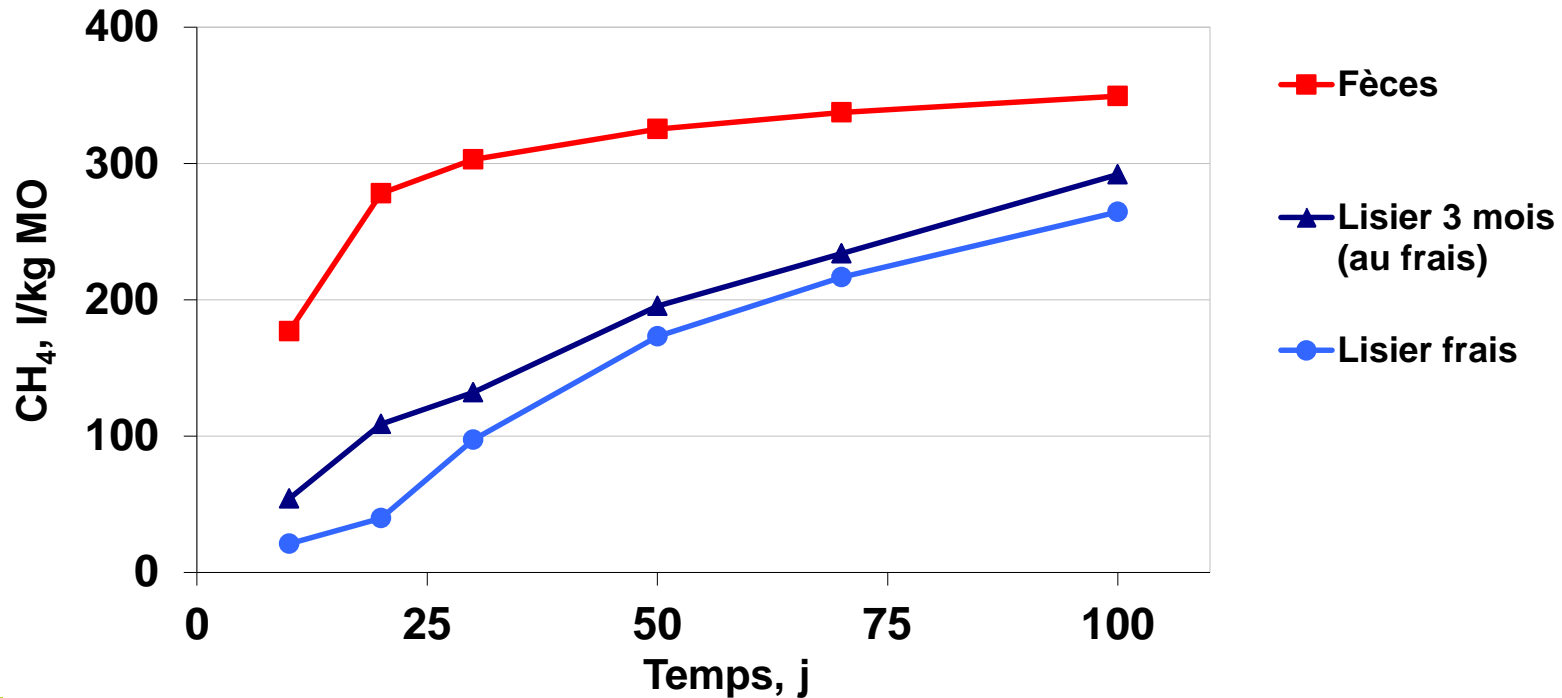
BMP, ml CH₄ / g MO



Litres CH₄ / porc / jour



Essai 1- Influence du type d'effluent sur la production cumulée de méthane



Essai 2 - Essai de validation

✓ 2 Régimes

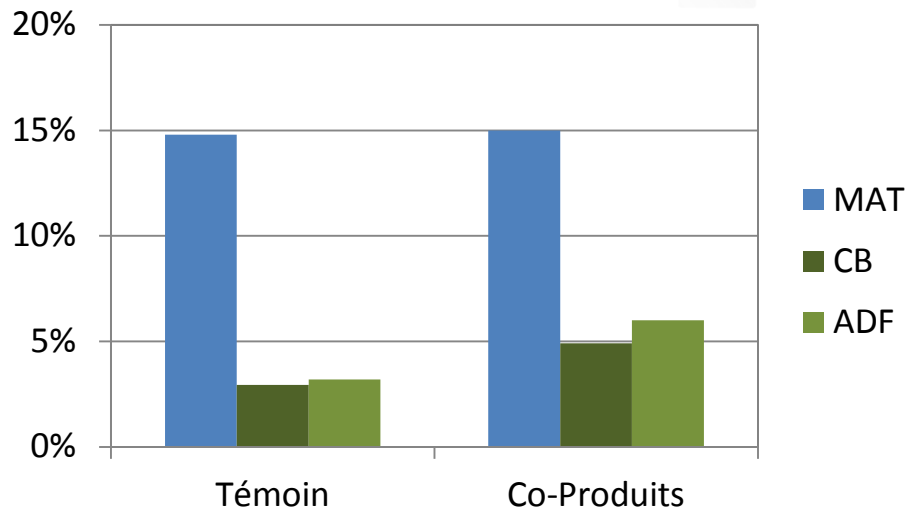
- **Témoin** : Témoin tourteau de soja
- **Co-Produits** : Tourteau soja remplacés par du tourteau de colza et des drèches de blés

✓ 2 modes de gestion des effluents

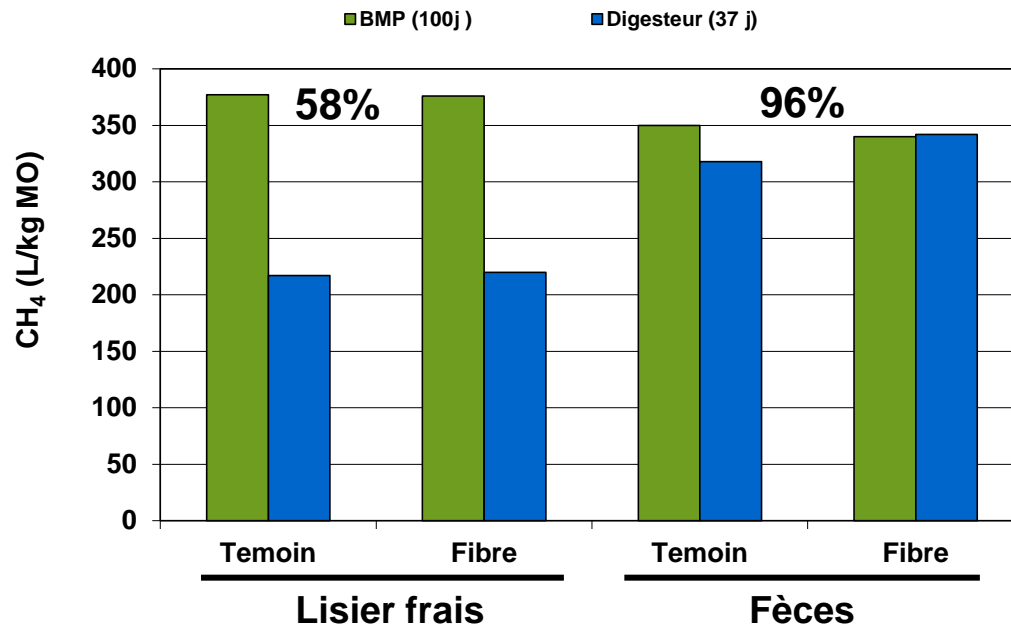
- Lisier (urine et fèces mélangés)
- Séparation de phase solide

✓ Méthanisation

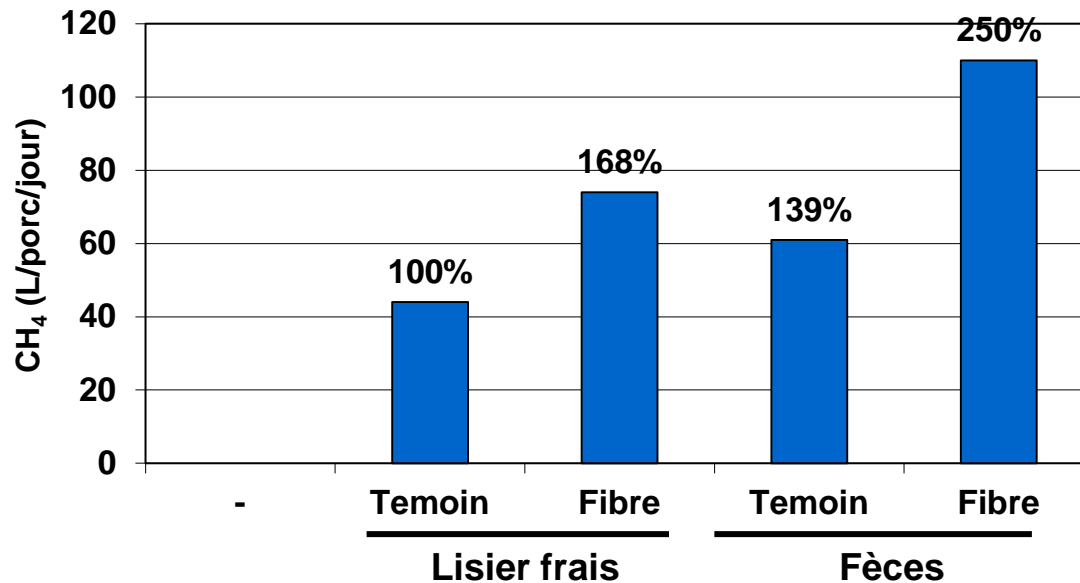
- Digesteur en continu stabilisé



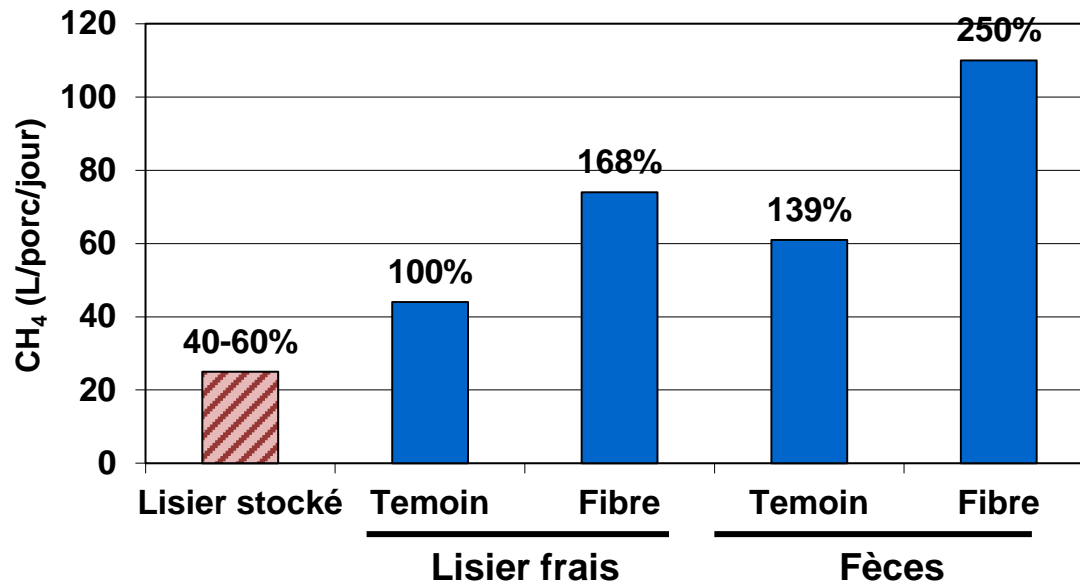
Essai 2 - Influence du régime et de l'effluent sur le production potentielle et réelle de méthane (/kg MO)



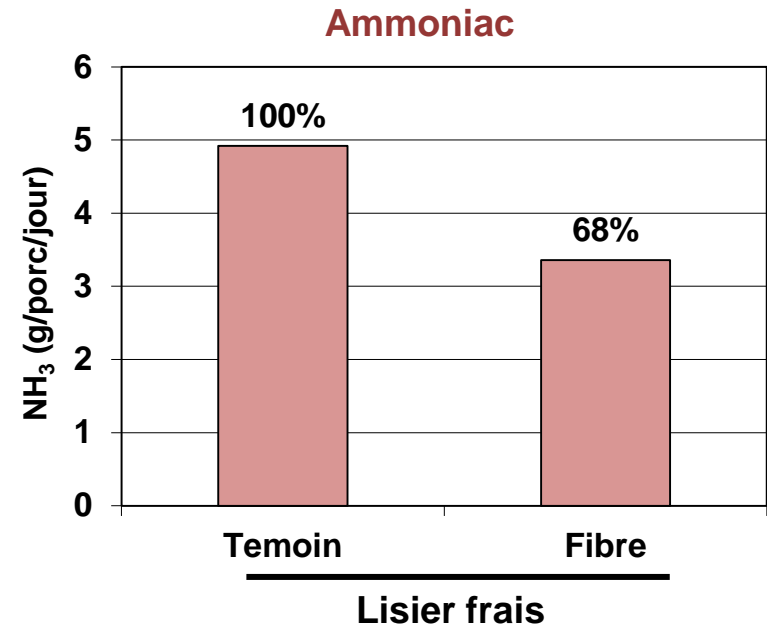
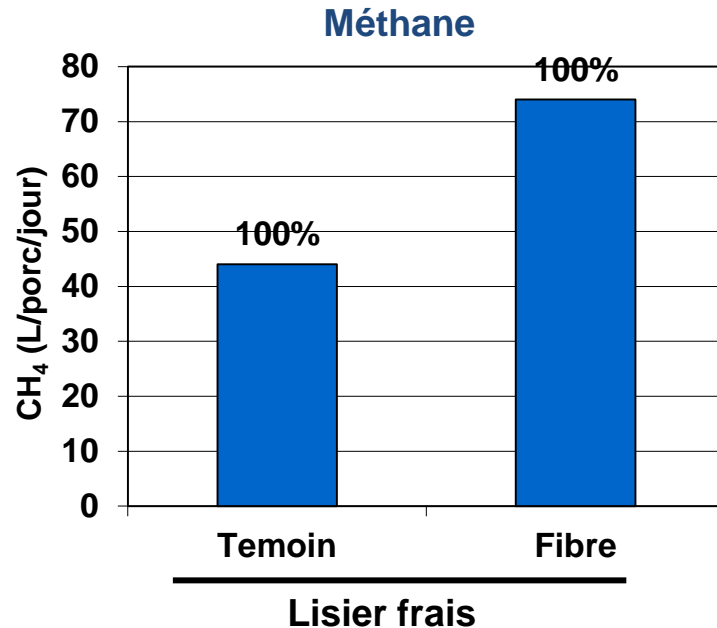
Essai 2 - Influence du régime et de la nature de l'effluent sur la production de méthane / porc / jour



Essai 2 - Influence du régime et de la nature de l'effluent sur la production de méthane / porc / jour



Essai 2 - Influence du régime sur la production de méthane et l'émission d'ammoniac



Conclusion – Effet des régimes enrichis en fibres (1/2)

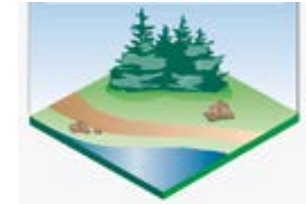
- **Au niveau animal**

- Accroissement de la masse fécale :
 - ➔ rétention d'eau ➔ indigestible
- Réorientation de l'excrétion d'azote des urines vers les fèces
captation d'ammoniac par la flore intestinale



- **Au niveau environnemental**

- Diminution de la volatilisation d'ammoniac
 - ➔ teneur N ammoniacal
 - ➔ teneur en AGV, modification de la BE ➔ réduction du pH
- Potentiel de production de méthane (BMP: CH₄ / MO)
Pas de différence importante entre régimes T.Soja, T.Colza et Pulpe
 - ➔ de ce potentiel pour certains types de drèches (chauffage excessif)
- Augmentation du potentiel de production de CH₄ / porc / jour
 - ➔ excrétion fécale de MO



Conclusion– Effet des régimes enrichis en fibres (2/2)

- **Facteurs d'émission de CH₄ de l'IPCC**
 - Semblent surestimés pour les températures élevées
 - Les affiner pour prendre en compte l'effet de l'aliment et explorer des plages de température plus faibles
- **Stratégies optimales d'alimentation**
 - Prendre en compte simultanément
 - Performances animales
 - Émissions des effluents
 - Fonction du choix de la filière de gestion des effluents
 - Séparation de phase
 - Laveur d'air ...
 - Méthanisation



Merci aux nombreux collaborateurs de ces travaux conduits dans le cadres de différentes thèses et post-doc

- Stéphanie Portejoie
- Maryline Daumer
- Guillaume Jarret
- Pascal Peu
- Alba Cerisuelo....

Merci de votre attention...

