



Avec le soutien de



Maîtriser les effluents d'ensilage de CIVE grâce au co-ensilage

C. Van Vlierberghe, A. Chiboubi, H Carrère, G. Santa-Catalina,
S. Frédéric, N. Bernet, R. Escudié





Effluents liquides

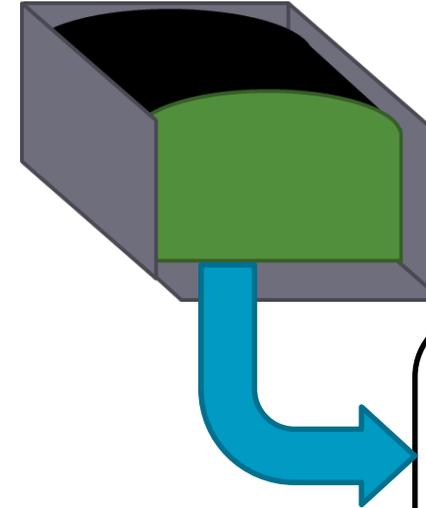
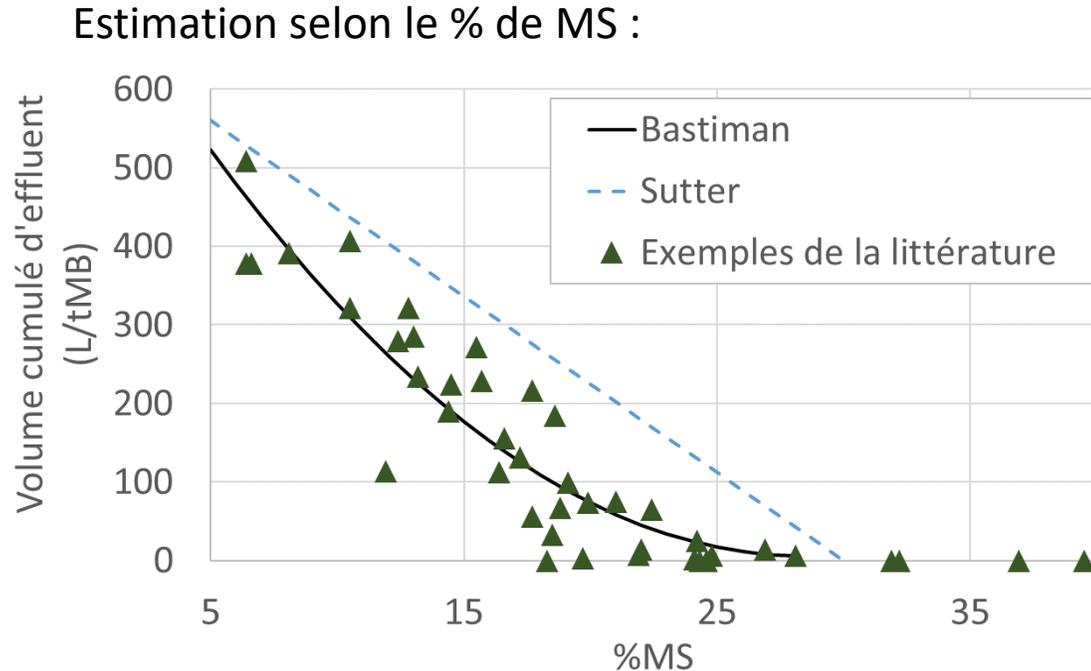


**Maîtrise de la production d'effluents d'ensilage :
un leviers d'amélioration**

Ensilage de CIVE et effluents

Les CIVE sont souvent récoltées avec un taux d'humidité élevé

Avec le soutien de



Effluent d'ensilage :

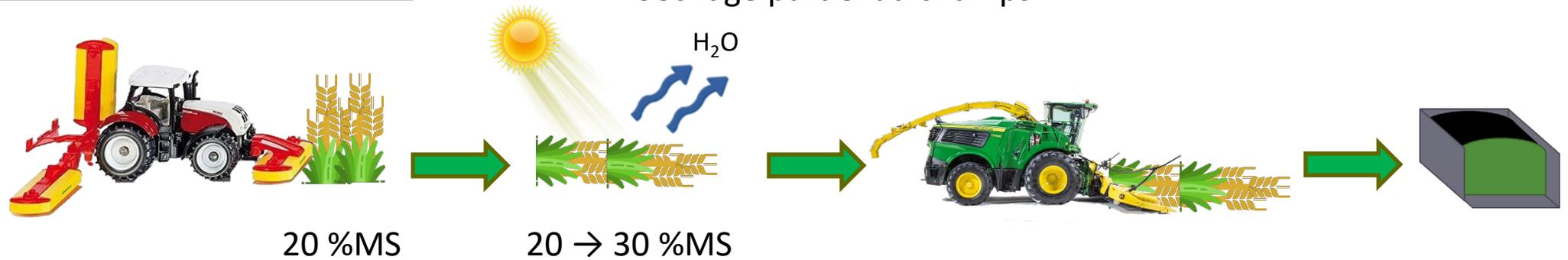
- 15 – 80 g DCO / L
- 5 à 30 m³CH₄/m³
- pH 3,7 à 5,8
- 0,8 g P / L
- 3 à 5 g N / L

Gebrehanna, et al., 2014

Ensilage de 10 000 t de CIVE à 20% MS :
700 à 2300 m³ d'effluents
10 000 à 40 000 Nm³ de CH₄

Eviter la production d'effluents

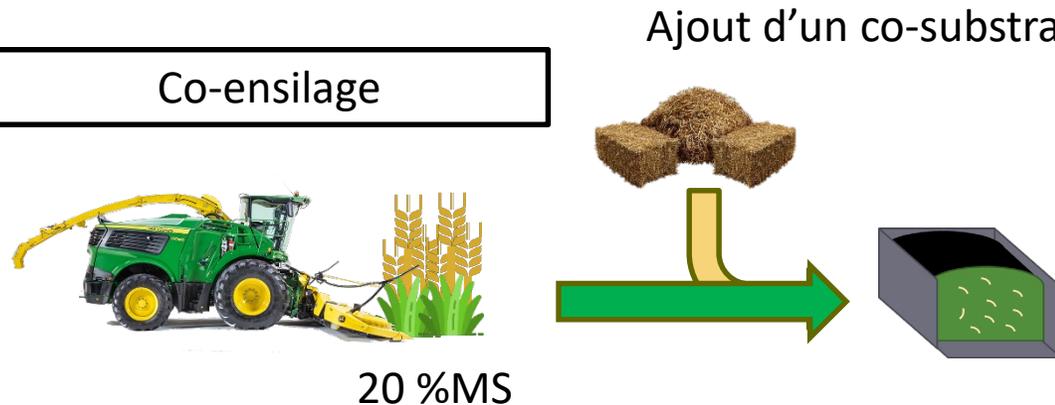
Préfanage des récoltes



Avec le soutien de



Co-ensilage



- Moins de dépendance à la météo
- Un seul passage à la récolte
- Plus de travail au silo

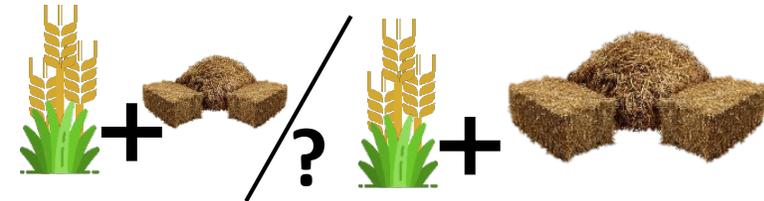
Objectifs

Etudier l'impact du co-ensilage sur les performances de stockage

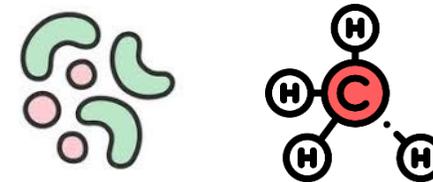
Impact sur la réduction du volume d'effluent



Indicateurs permettant de doser le co-substrat

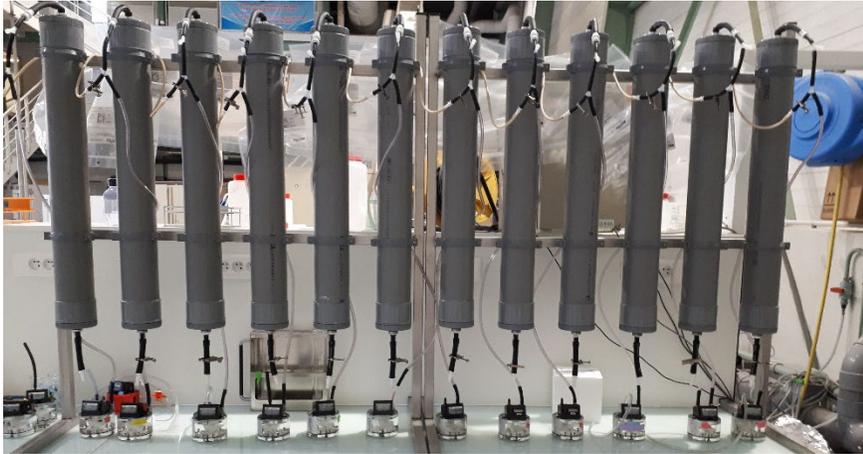


Impact sur la fermentation
et les performances globales de stockage



Avec le soutien de

Avec le soutien de



Impact sur la production d'effluent

Réacteurs tubulaires de 6 L
Tassement à la presse hydraulique
Duplicats suivis 60 j

Suivi cinétique du volume d'effluent produit
Caractérisation des effluents (DCO, BMP)



Impact sur la fermentation d'ensilage

Réacteurs en verre de 2,6 L
5 + 1 répliquats sacrifiés (2, 7, 21, 60, 120 j)

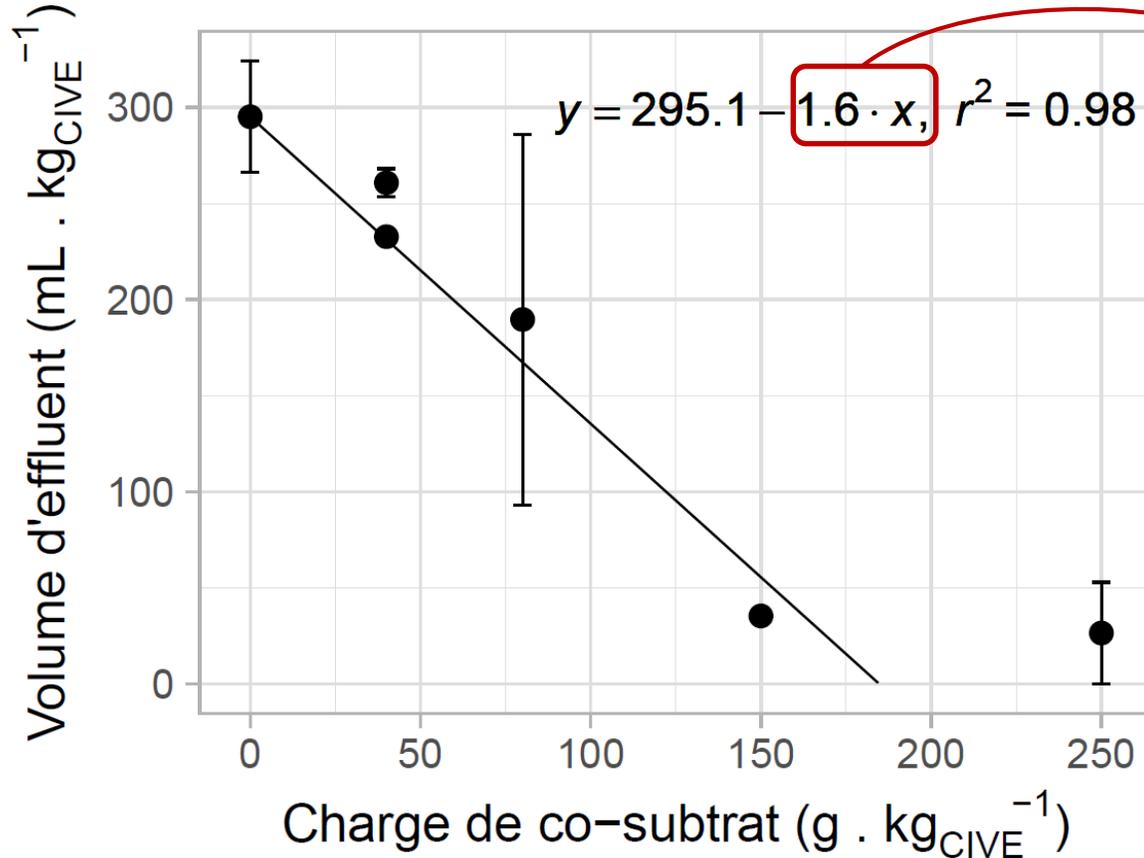
pH **BMP**
Métabolites **Masse**
Populations microbiennes (non présenté)

Impact du co-ensilage sur la production d'effluent

Co-ensilage de tournesol (15% MS) avec de la paille de blé (charge variable)



Avec le soutien de



≈ 1600 L d'effluent retenu par tonne de paille

CIVE seule : 295L/t_{MB} = moyenne estimations Sutter / Bastiman

58 gDCO/L, effluents

Sans coensilage 18% du BMP initial

Relation linéaire entre la charge de co-substrat et la réduction du volume d'effluent

*Expérience réalisée en duplicat.
Barre d'erreur = max – min.
Point = valeur moyenne.*

Capacité de rétention en eau des co-substrats d'ensilage

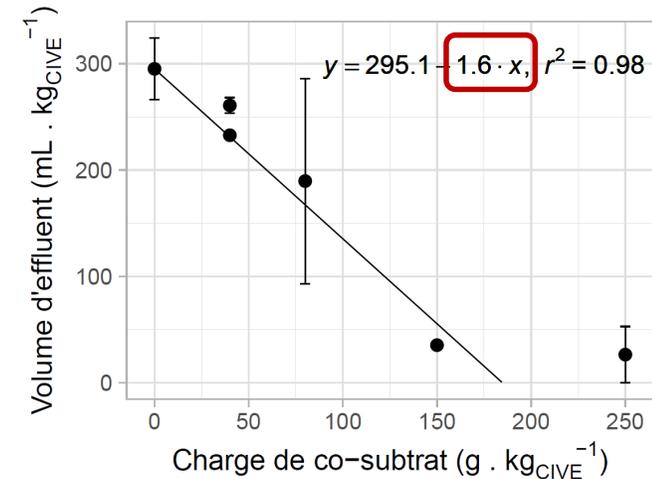
Efficacité d'absorption des cosubstrats : Capacité de Rétention en Eau (CRE)

Adapté de RESIMETHA,
ADEME (2018)

$$CRE (m^3/t) = \frac{\text{masse humide} - \text{masse brute}}{\text{masse brute}}$$

Avec le soutien de

CRE de la paille de blé : $1,6 \pm 0,2 \text{ m}^3/\text{t}$



CRE : potentiel indicateur pour le dosage du co-substrat

Impact du co-ensilage sur la production d'effluent

Co-ensilage de seigle (21% MS)



	MS (%)	CRE (m ³ /t)	Charge cosubstrat (kg/t base MB)
Papiers et cartons souillés	88	2,1	59
Tiges de Miscanthus	93	1	124
Copeaux de bois	88	1,4	86
Fumier de cheval	53	1,4	92
Fumier de volaille	75	0,8	182

Calculé selon la CRE

Avec le soutien de

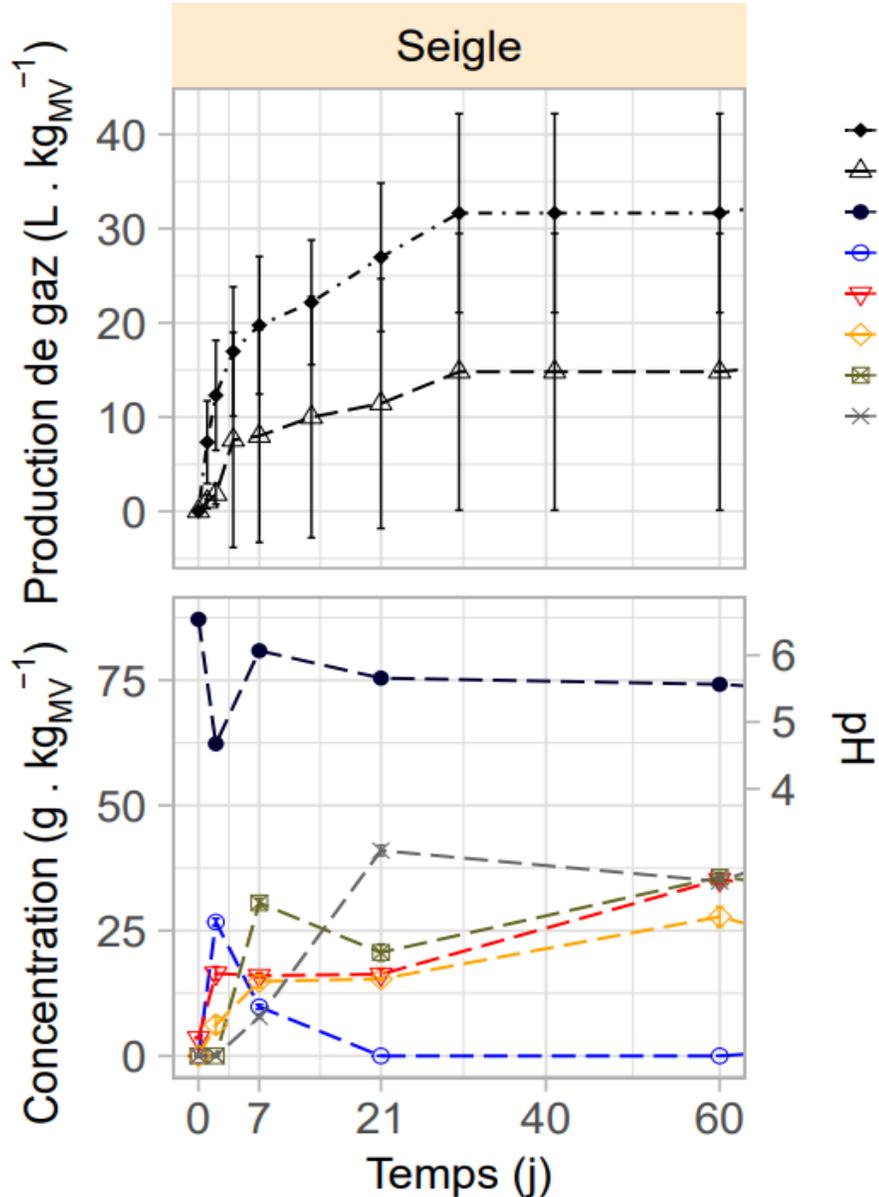


Résultat production d'effluent

- Seigle seul : 76L/t
- Co-ensilage: effluent supprimé dans tous les cas

Co-ensilage : efficace pour éviter la production d'effluents
Dosage a partir de la CRE : pertinent

Impact du co-ensilage sur la fermentation



Seigle ensilé seul

- Fermentation secondaire : re-consommation de l'acide lactique
- pH final élevé : 5,7
- Production de CO₂ et H₂

Seigle + papier/carton, miscanthus, copeaux

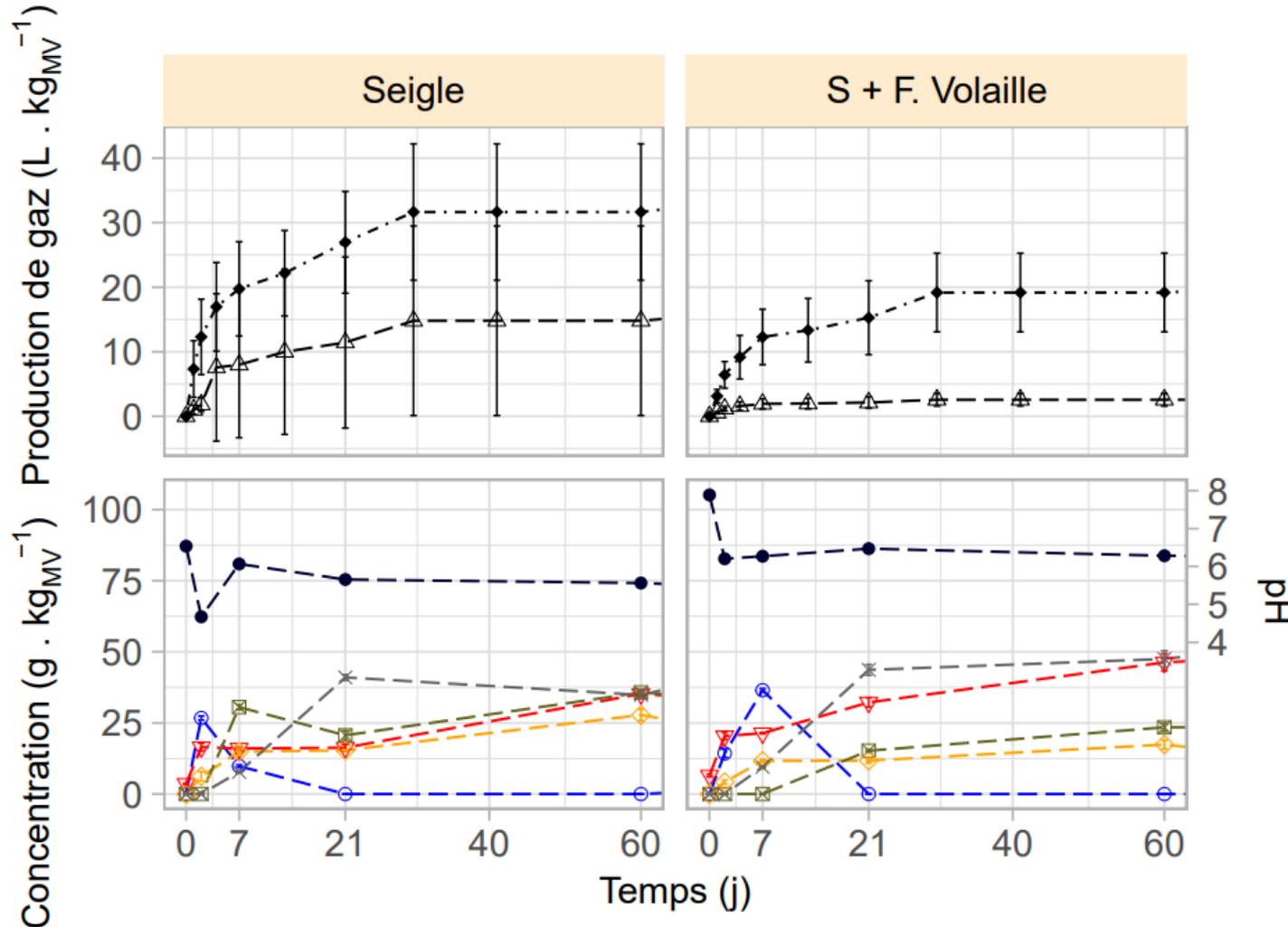
- Cinétique similaire

→ Substrats « inertes »

Impact du co-ensilage sur la fermentation



◆ CO2 ● pH ▼ Acide acétique ⊠ Acide propionique
 △ H2 ⊕ Acide lactique ◇ Ethanol * Acide butyrique



Seigle + fumier de volaille

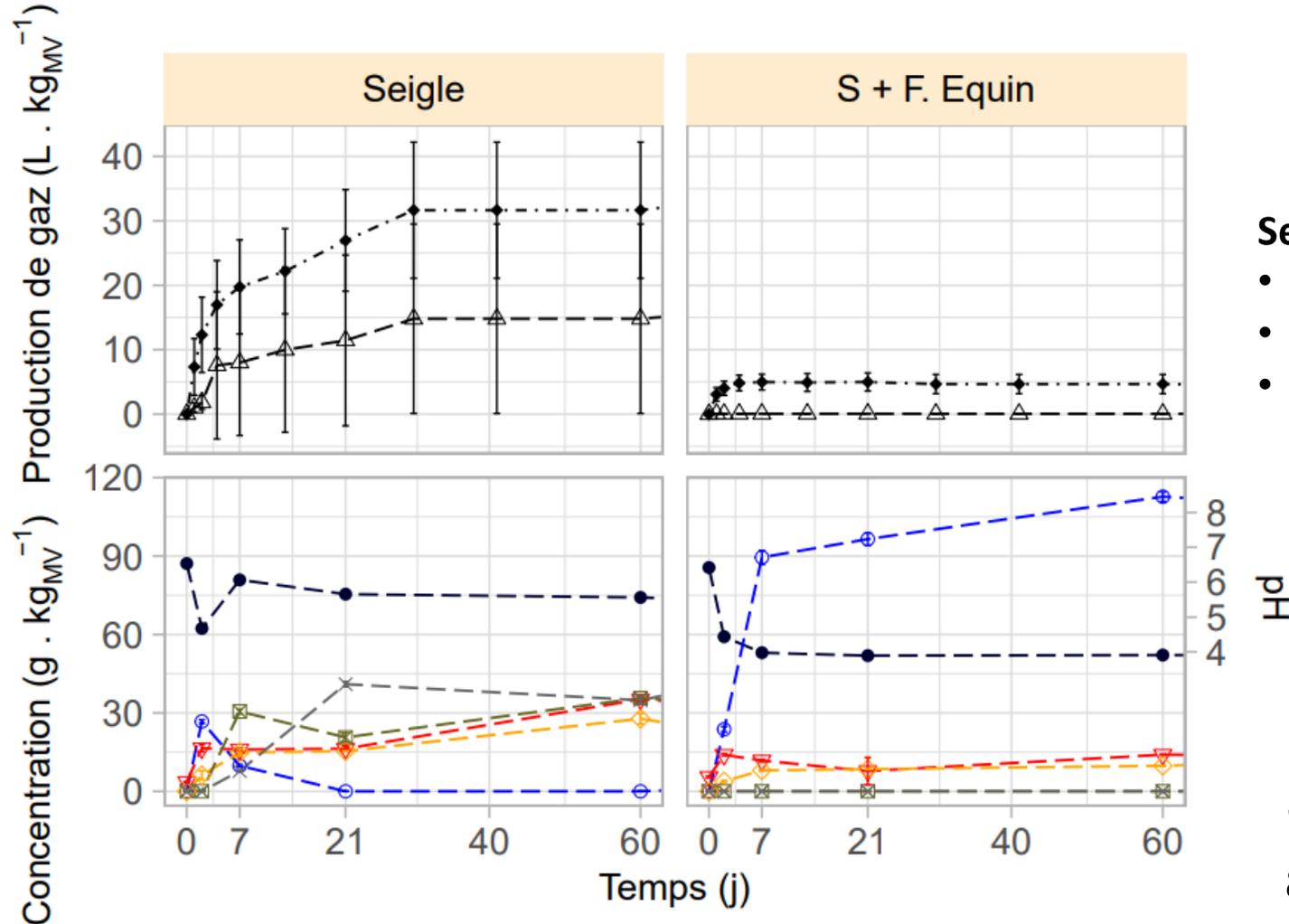
- Acidification encore moins marquée, pH final = 6,5
- Profil métabolique similaire

→ **Pouvoir tampon élevé du fumier de volaille**

Impact du co-ensilage sur la fermentation



◆ CO₂ ● pH ▼ Acide acétique ⊠ Acide propionique
 △ H₂ ⊕ Acide lactique ◇ Ethanol * Acide butyrique

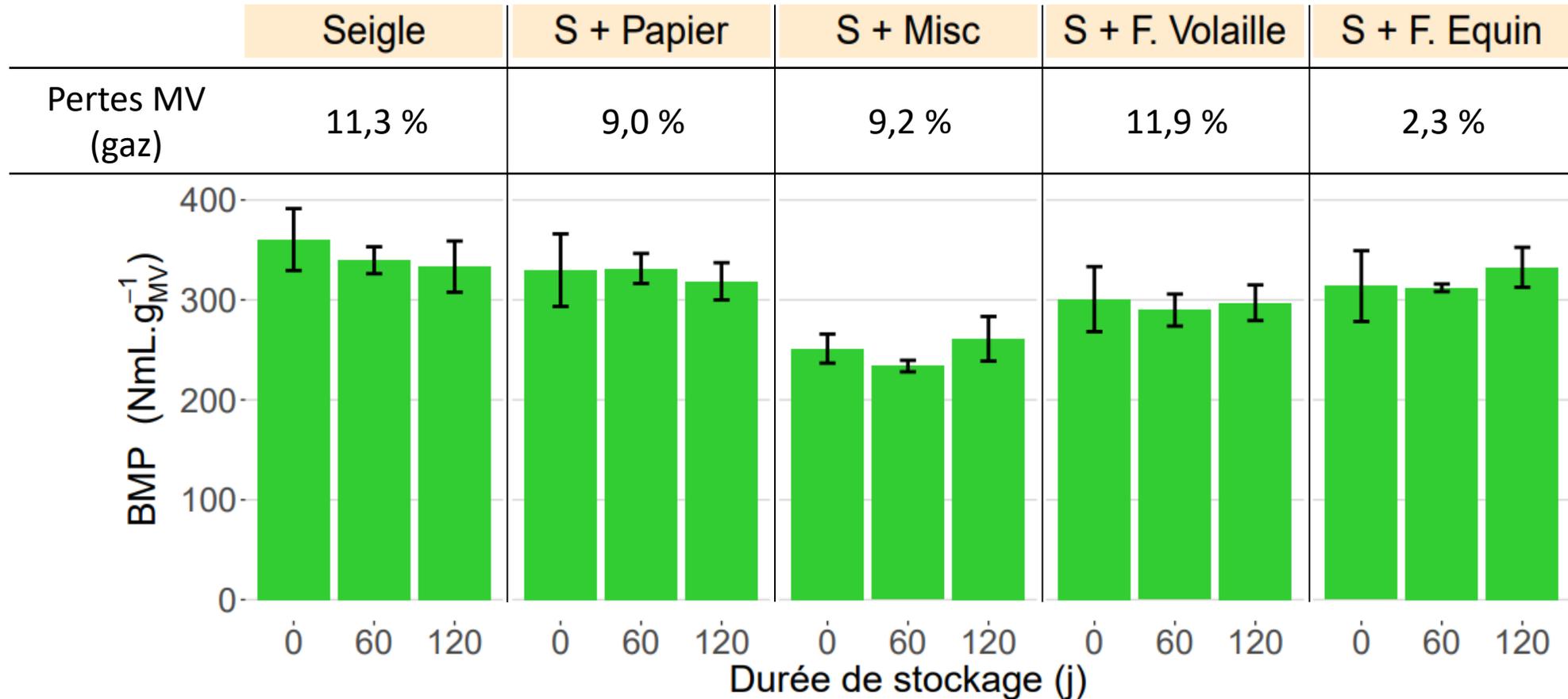


Seigle + fumier équin

- Acidification rapide et marquée (pH 4,0)
- Pas de fermentation secondaire
- Production gazeuse faible, pas de H₂

→ Flore lactique dominante apportée par le fumier équin

Impact du co-ensilage sur le potentiel méthanogène

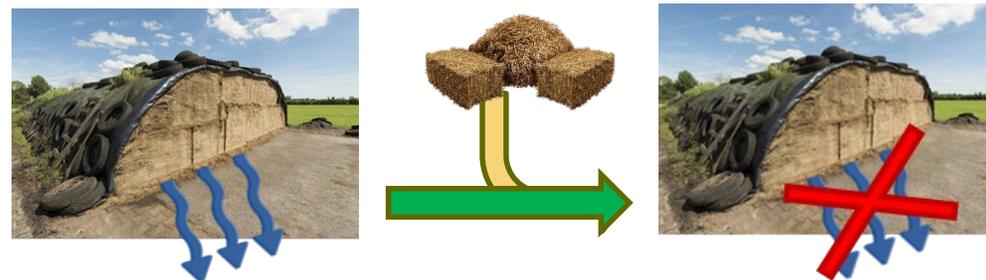


Aucune perte de BMP dans tous les cas malgré la fermentation secondaire butyrique

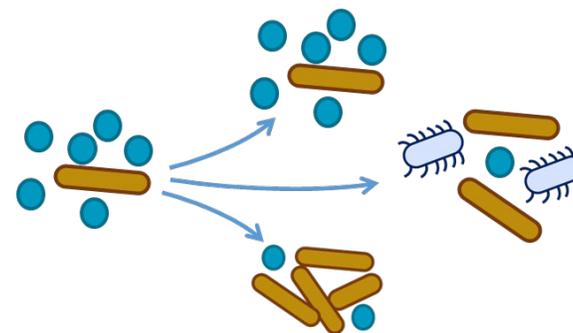
Pertes de masse sous forme de CO₂, peu de pertes énergétiques via H₂

Conclusion sur le co-ensilage en méthanisation

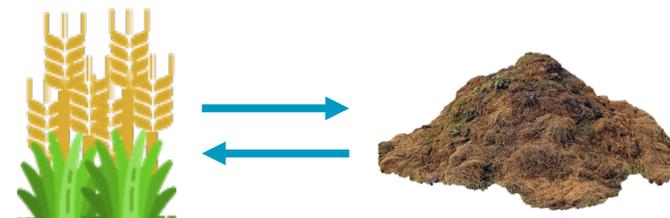
**Réduction efficace du volume
d'effluent**



Influence variable sur la fermentation



**Effet synergétique : préservation
de la CIVE et du co-substrat**



Avec le soutien de



Stockage et prétraitement des CIVE avant méthanisation



Avec le soutien de



Thèse Cifre GRDF/INRAE Réalisée au LBE (Narbonne)

**Stockage et prétraitement des cultures multi-services
environnementaux (CIMSE) avant leur méthanisation**

Soutenance le 14/04/2022



Avec le soutien de



Merci pour votre attention

Merci à Biometh'Agri (34), RAGT semences, Biometharn (81) pour les échantillons de CIVE

