











Plateforme Bio2E



> Biogaz RIO



Vers une caractérisation rapide et complète des déchets organiques par spectroscopie proche infra rouge

L. AWHANGBO , M. SEVERAC, C. CHARNIER , E. LATRILLE & JP. STEYER

*Correspondance: lorraine-fifame.awhangbo@inrae.fr





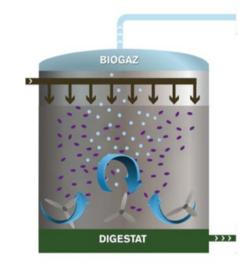
Contexte et objectifs

Optimiser le suivi de la digestion anaérobie: deux possibilités



Meilleure connaissance (Caractérisation) de la variabilité des intrants

- Définir sa recette
- Limiter les surcharges et éviter les perturbations



Suivi en ligne des indicateurs de stabilité: pH, T°, MS, AGV, AGLC etc...

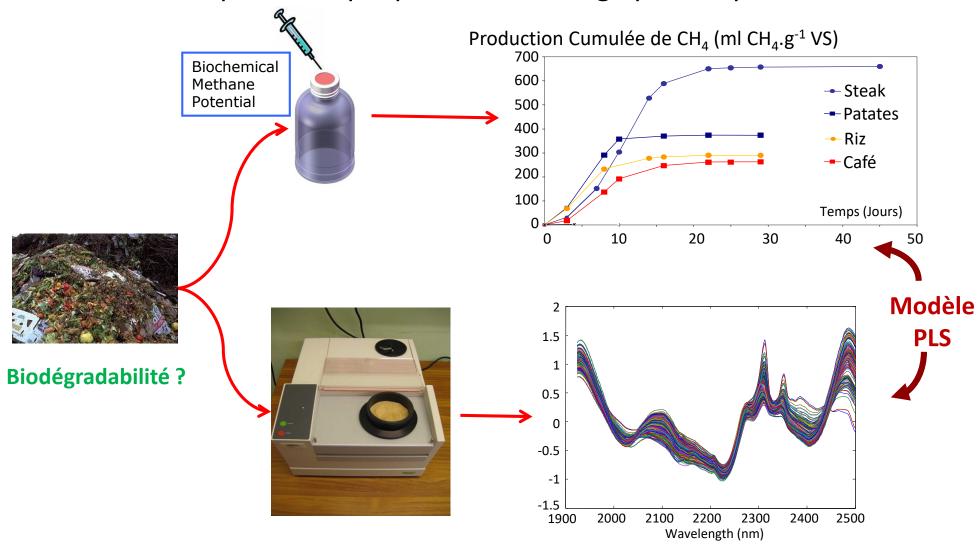
- Difficultés de mise en œuvre
- Faible capacité de détection précoce des perturbations

Efficacité boostée par l'utilisation de la spectroscopie proche infrarouge (Flash BMP)



Contexte et Objectifs

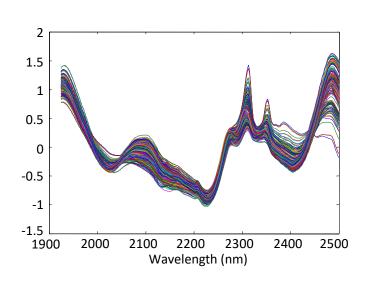
La spectroscopie proche infrarouge pour la prédiction de la biodégradabilité

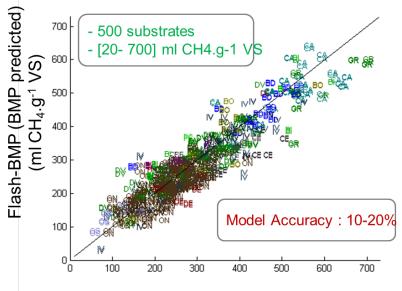


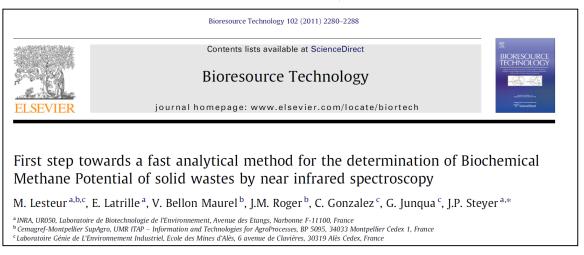


Contexte et Objectifs

La spectroscopie proche infrarouge pour la prédiction de la biodégradabilité



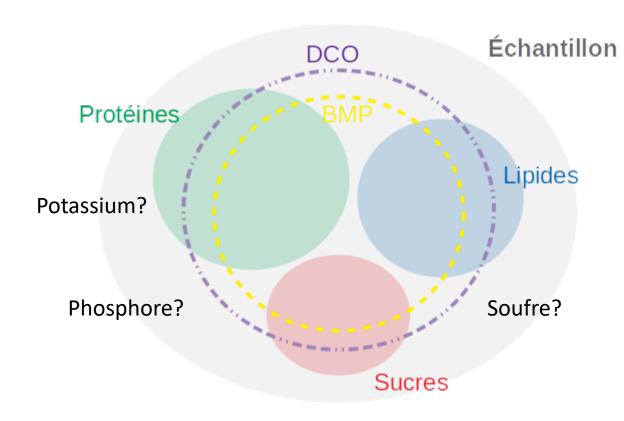






Contexte et objectifs

Notre connaissance des substrats



- Échantillon ✓ BMP sur un large éventail de substrats organiques (Doublet et al., 2013; Fitamo et al., 2017; Grieder et al., 2011)
 - ✓ les matières sèches et volatiles (MS/MV) (Krapf et al., 2011; Raju et al., 2012)
 - ✓ Les paramètres de digestibilité (Thomson et al., 2018)
 - ✓ Les teneurs en protéines, glucides, lipides, la DCO et la cinétique de production du méthane (Charnier et al., 2017)
 - ✓ L'azote (Sisouane et al., 2017)

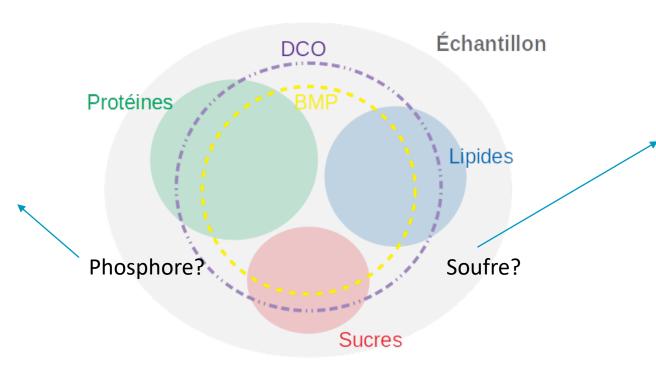


Contexte et objectifs

• Améliorer notre connaissance des substrats

un atout pour le compostage et la récupération de nutriments:

- Traitement approprié au substrat
- début de réponse sur la compostabilité d'un substrat



déterminer un potentiel sulfurogène (Peu, 2011):

- Limiter le développement de bactéries sulfatoréductrices
- Limiter la concentration d'hydrogène sulfuré dans le biogaz
- Eviter la détérioration des équipements



Matériels et Méthodes

Les substrats caractérisés





Augmentation de la base de données

- Mélange de substrats
- Pourcentage massique connue

- S déterminé par ICP-OES et CHNS
- P déterminé par colorimétrie après hydrolyse acide
- Spectres acquis avec un NIR-Flex N-500 solides (1000-2500 nm)



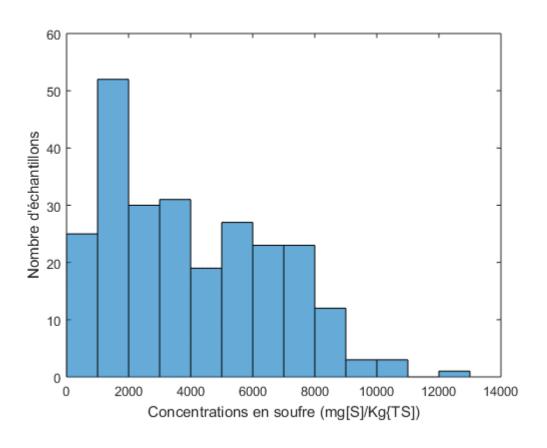
Méthodes chimiométriques

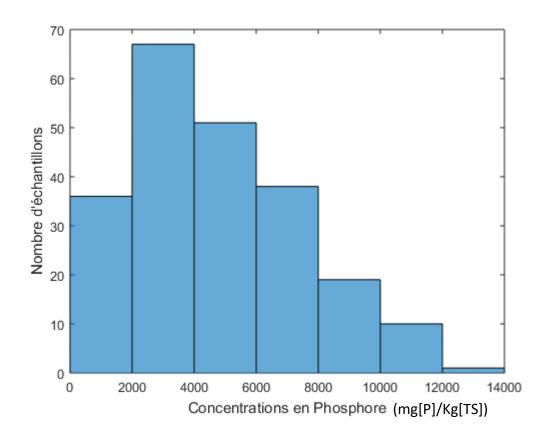
Calibration/ Validation

- Modèles conçus par Régression des moindres carrés partiels (PLS)
- Détermination des groupes fonctionnels impliqués par sélection de variable (CovSel)



• Caractérisation S et P des substrats



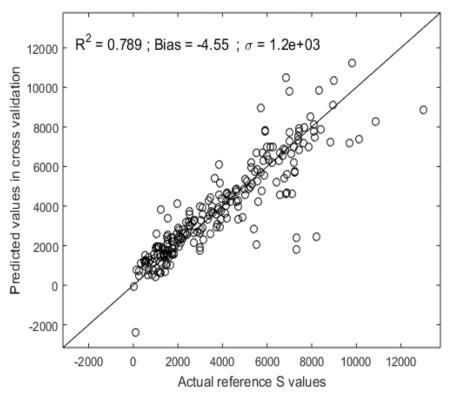


Très peu de valeurs au-delà de 10000 mg

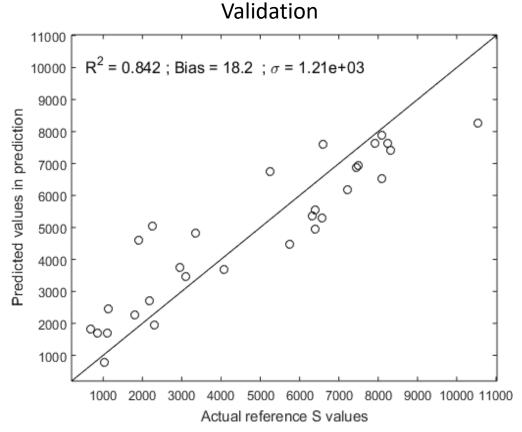


Soufre
Prétraitement: Absorbance + SNV + Detrend 2
9 variables latentes pour la PLS

Cross-Validation



Erreur de cross-validation : 1200 mg[S]/Kg TS



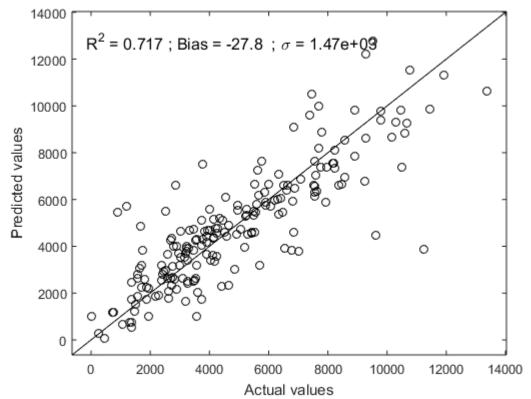
Erreur de prédiction : 1210 mg[S]/Kg TS

JRI 2022

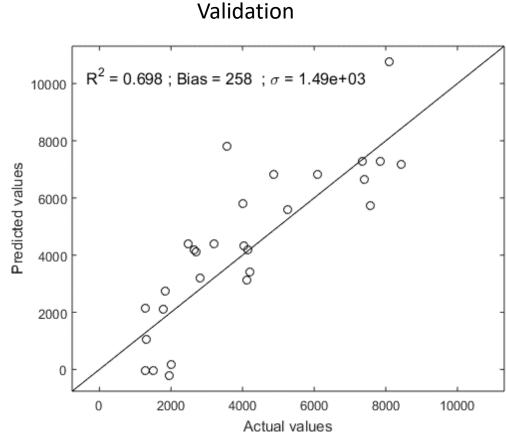
Résultats

Phosphore
Prétraitement: Absorbance + Dérivée 1ère
17 variables latentes pour la PLS

Cross-Validation



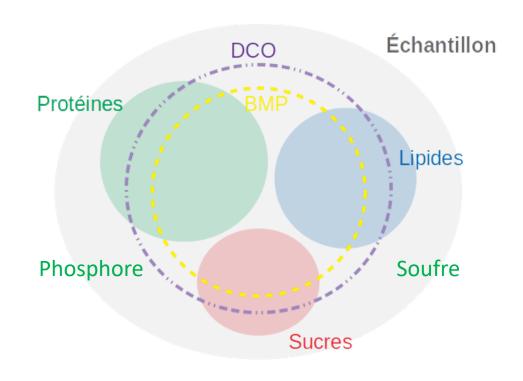
Erreur de cross-validation : 1470 mg[P]/Kg TS



Erreur de prédiction : 1490 mg[P]/Kg TS



Conclusions et perspectives



Définition d'une recette d'alimentation multi-critère

Caractérisation plus poussée du substrat:

- La lignine et la cellulose
- La biodégradabilité aérobie
- ...

Identification à partir de sa caractérisation du traitement adapté au substrat:

- Digestion anaérobie
- Compostage
- Entomoculture



atee ASSOCIATION TECHNIQUE ENERGIE ENVIRONNEMENT





Avec le soutien de





MERCI DE VOTRE ATTENTION!



Projet **Biogaz-RIO**









En partenariat avec:



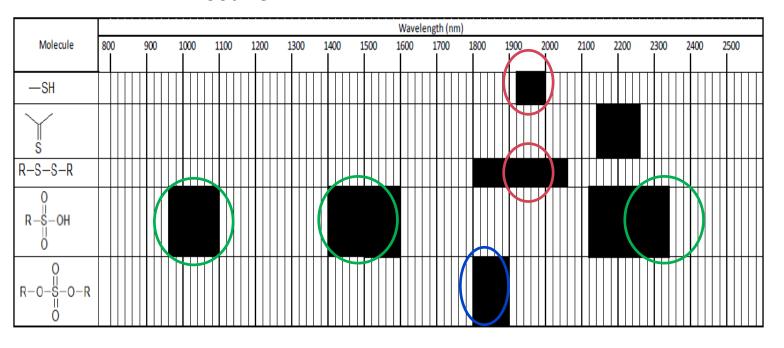
Financé par la région Occitanie et le FEDER (n°24001371)



CovSel sur les spectres en absorbance sans prétraitement Identification des groupes fonctionnels associés

Soufre

Longueurs d'onde sélectionnées (nm)	Soufre	Phosphore
	2487,6	2306,3
	1000	1000,4
	1452,6	2107,9
	2172	1523,5
	1212,4	2179,6
	1947	2500
	1124,6	1917,2
	2347,4	2264,5
	1522,5	1714,7
	1802,5	1324,9



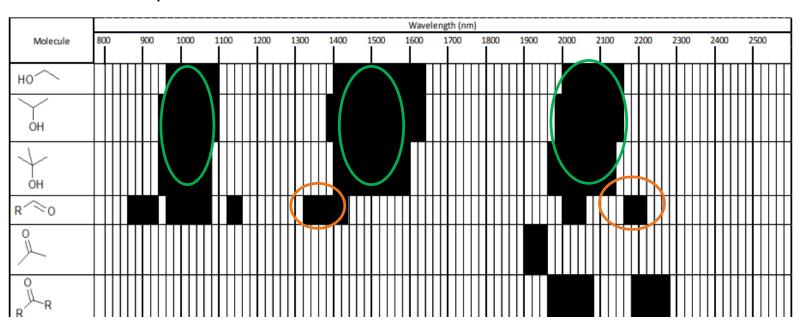
- Principalement des acides sulfoniques (se lient aux glucides protéines et peuvent dériver d'un ajout d'acide sulfurique)
- Mais aussi des thiols ou du bisulfite
- du sulfate (0,05% de la covariance)



CovSel sur les spectres en absorbance sans prétraitement Identification des groupes fonctionnels associés

Phosphore

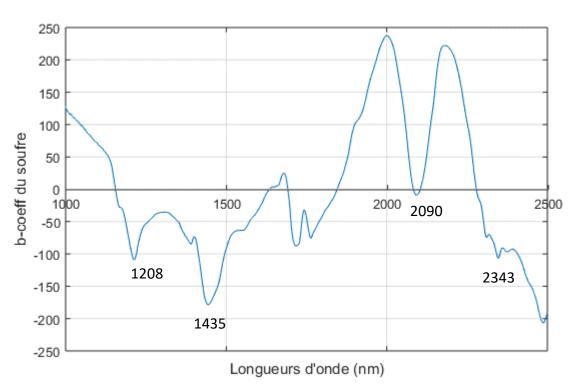
Longueurs d'onde sélectionnées (nm)	Soufre	Phosphore
	2487,6	2306,3
	1000	1000,4
	1452,6	2107,9
	2172	1523,5
	1212,4	2179,6
	1947	2500
	1124,6	1917,2
	2347,4	2264,5
	1522,5	1714,7
	1802,5	1324,9

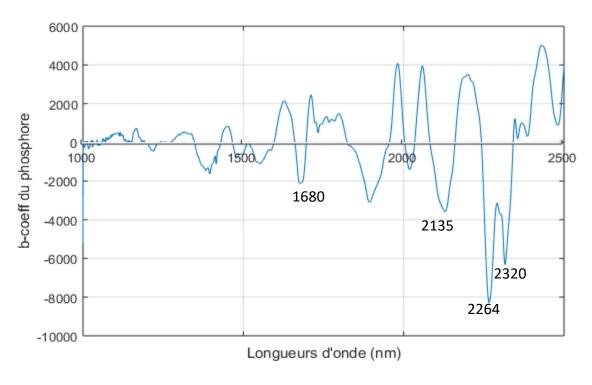


- Principalement des groupes fonctionnels liés aux composés organiques présents
- bandes associées aux amidons et aux sucres (C-H et O-H)



Etude des b-coefficients sur les spectres en absorbance sans prétraitement



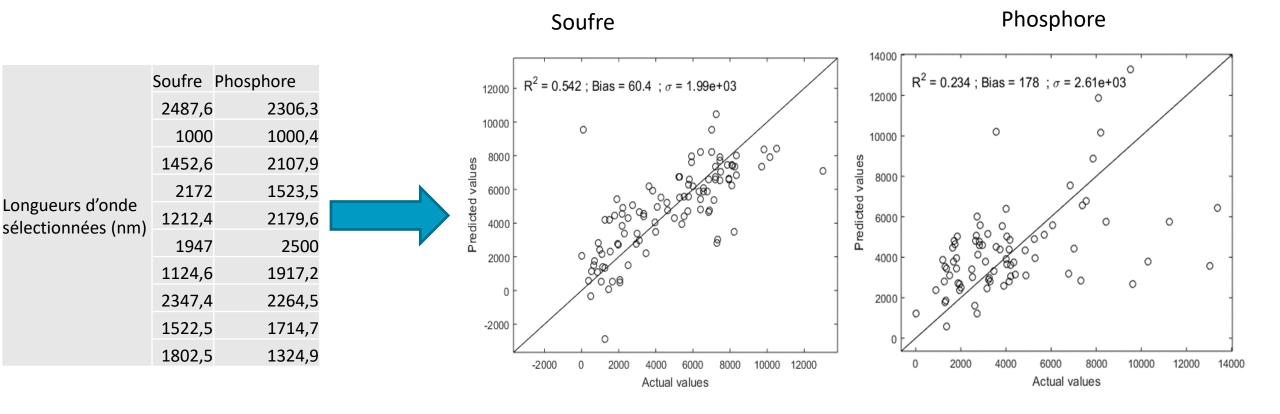


Acides sulfoniques

bandes associées aux liaisons C-H et O-H



Spectres (hormis les mélanges) en absorbance sans prétraitement Covselmlr: Covsel +MLR (Multiple linear regression)



Cross validation avec 2 folds 10 blocs