

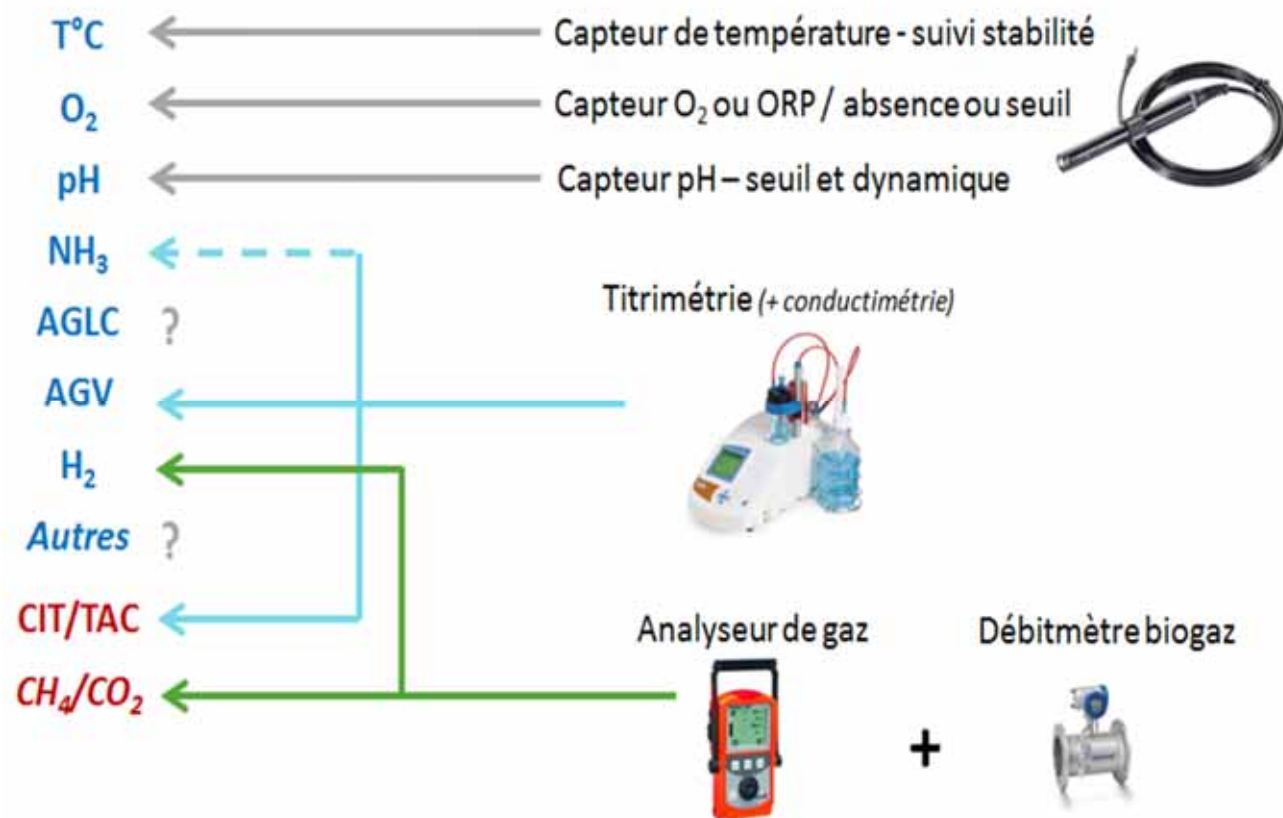


Mise en évidence de dysfonctionnements d'un digesteur par Spectroscopie Proche Infrarouge (SPIR)

L. Awhangbo, F. Béline,
Irstea, UR OPAALE, Rennes

R. Bendoula, J.M. Roger, A. Gobretch
Irstea, UMR ITAP, Montpellier

- Les solutions existantes



- Coût de la technologie
- Temps de l'analyse
- Efficacité de la technologie

Introduction

- Une solution potentielle...



**Capteurs de
Spectroscopie
Infrarouge**

Méthodes de surveillance

Continues et
en ligne

Plusieurs
indicateurs

Rapides et
prédictives

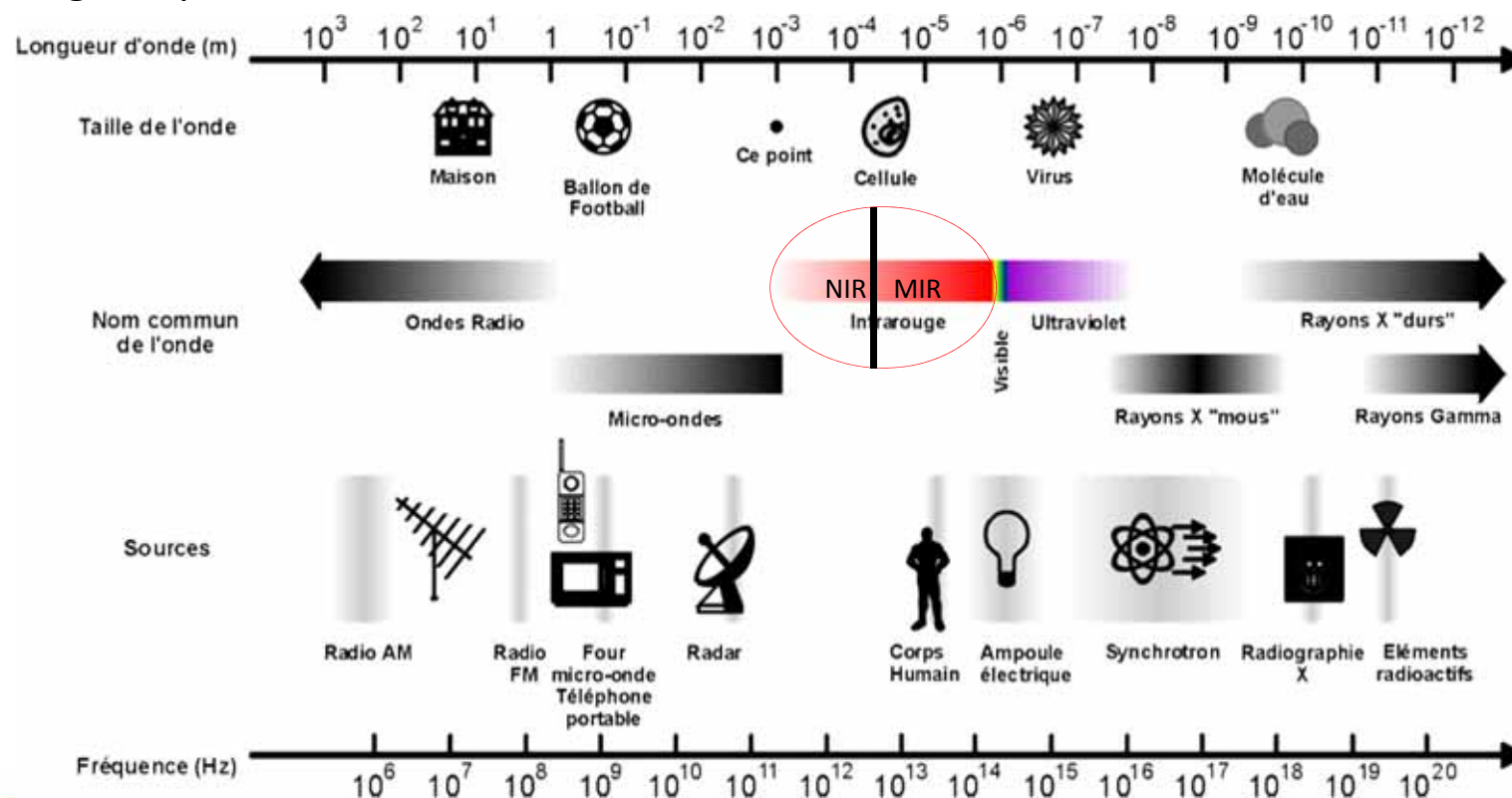
- La spectroscopie proche infrarouge (SPIR)
- Quelques performances en digestion anaérobie
- L'influence de l'eau sur la mesure
- Notions appliquées en spectroscopie

- La spectroscopie proche infrarouge (SPIR)
- Quelques performances en digestion anaérobie
- L'influence de l'eau sur la mesure
- Notions appliquées en spectroscopie

Etat de l'art

La spectroscopie : Interaction lumière/matière

Le spectre électromagnétique:

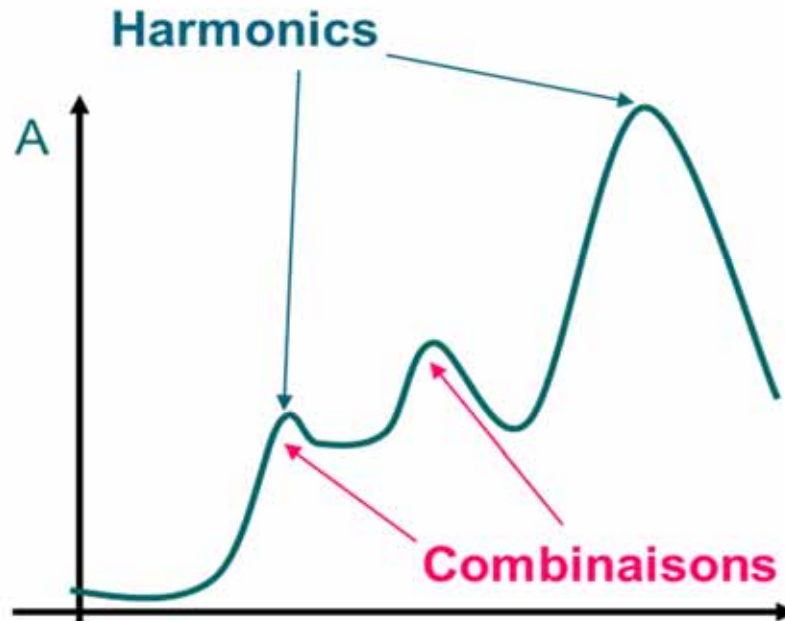


- La spectroscopie proche infrarouge (SPIR)
- Quelques performances en digestion anaérobie
- L'influence de l'eau sur la mesure
- Notions appliquées en spectroscopie

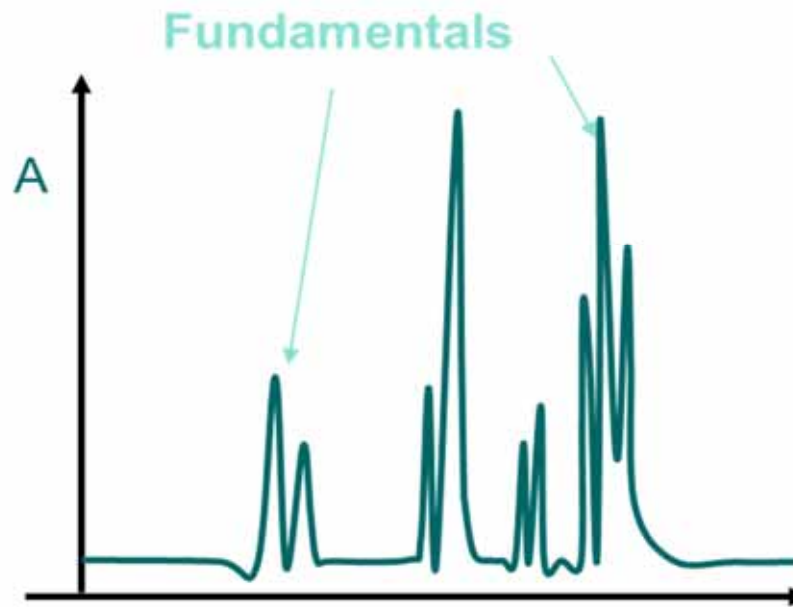
Etat de l'art

Le domaine infrarouge:

NIR (750- 2500 nm)



MIR (2500 – 25000 nm)

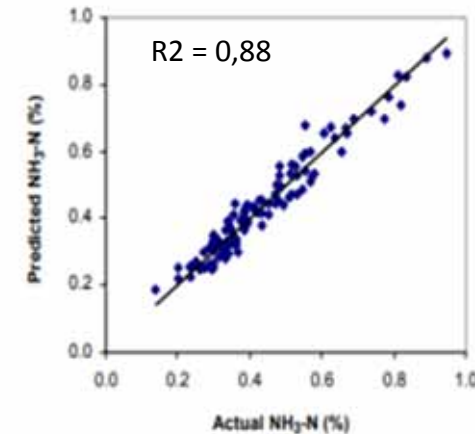
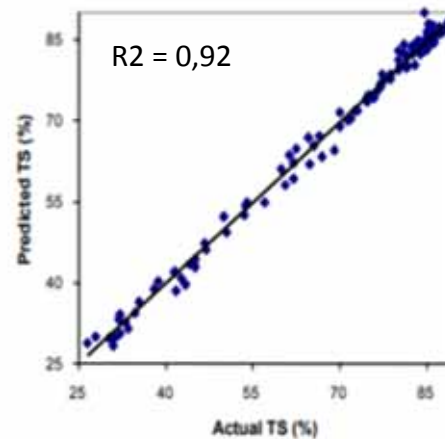


- ✓ Coût
- ✓ Appareillage
- ✓ Difficulté de mise en ligne

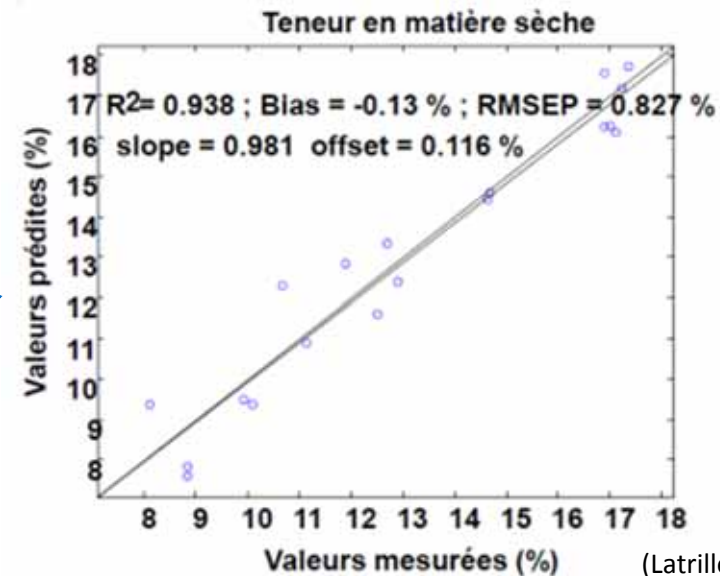
- La spectroscopie proche infrarouge (SPIR)
- Quelques performances en digestion anaérobie
- L'influence de l'eau sur la mesure
- Notions appliquées en spectroscopie

Etat de l'art

- Paramètres étudiés :
 - Du pH et du redox
 - MS/MV
 - AGV, éthanol
 - TA-TAC
 - DCO
 - COT/COD
 - NH_4
 - et le BMP



(Ye et al., 2005)

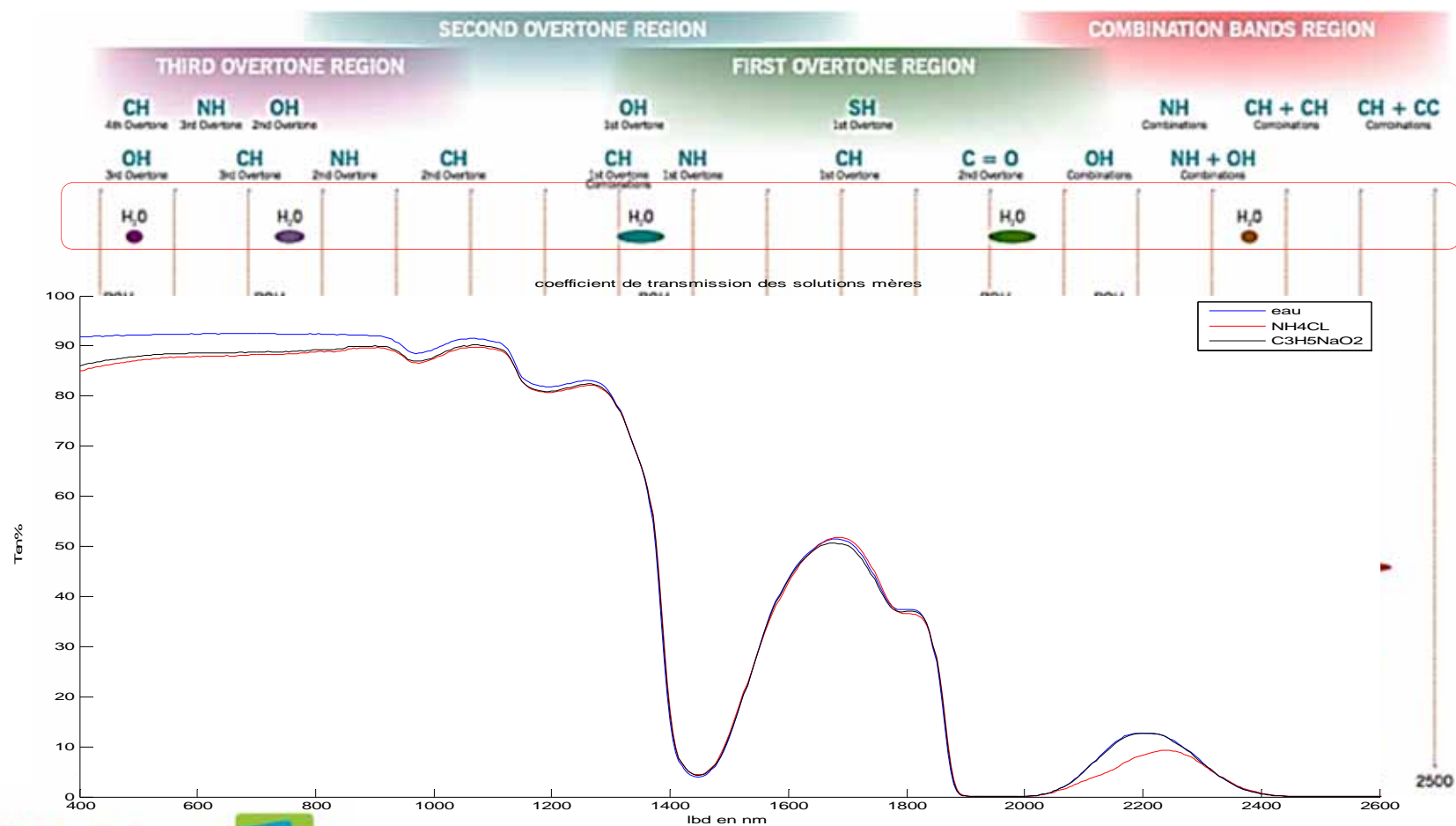


(Latrille et al., 2016)

- La spectroscopie proche infrarouge (SPIR)
- Quelques performances en digestion anaérobie
- L'influence de l'eau sur la mesure
- Notions appliquées en spectroscopie

Etat de l'art

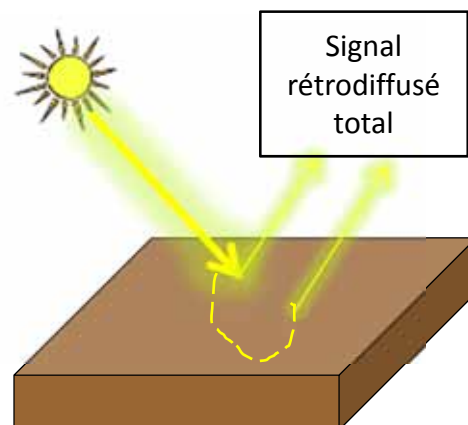
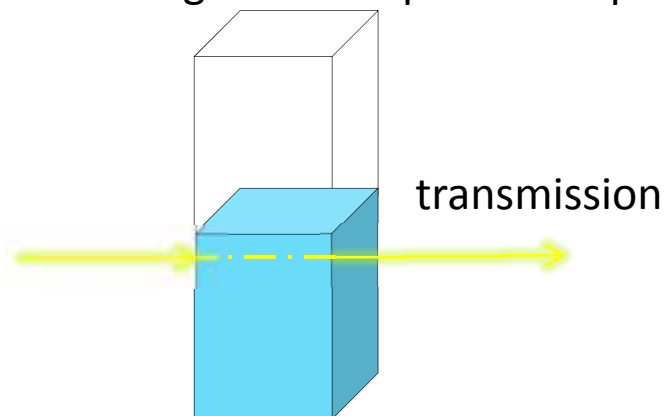
Le domaine proche infrarouge: 700-2500nm



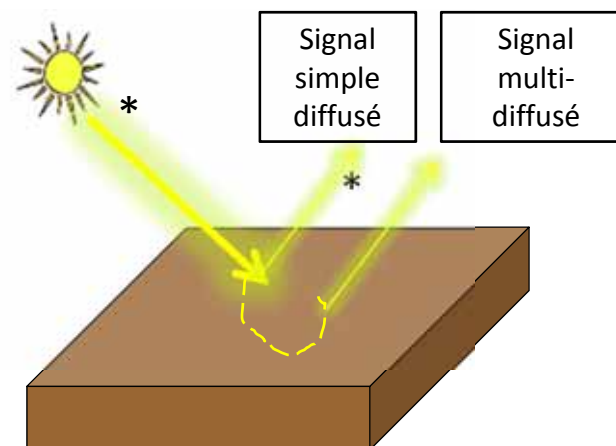
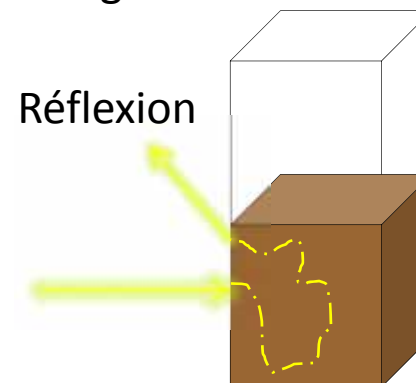
- La spectroscopie proche infrarouge (SPIR)
- Quelques performances en digestion anaérobie
- L'influence de l'eau sur la mesure
- Notions appliquées en spectroscopie

Etat de l'art

milieu homogène isotrope et sans particules



Milieu hétérogène en réflexion



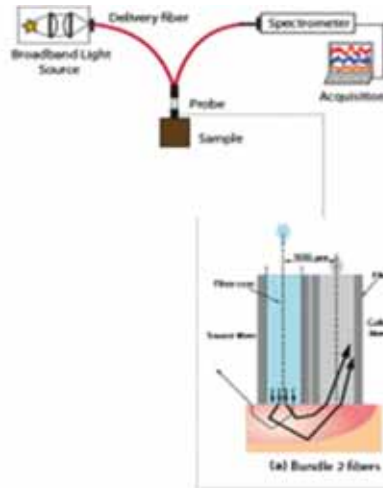
Objectif de l'étude

Mettre en œuvre une méthode de mesure de qualité en spectroscopie proche infrarouge (SPIR) sur les matériaux **bruts** avec une caractérisation et un suivi du fonctionnement des digesteurs.

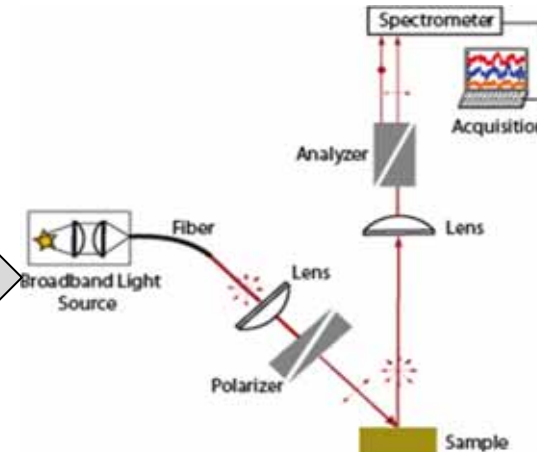
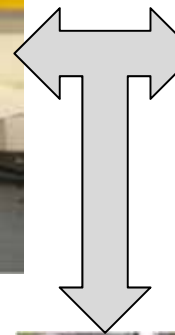
- Description des sondes de spectroscopie
- Le milieu testé
- Méthodologie de traitement spectral

- Description des sondes de spectroscopie
- Le milieu d'étude
- Méthodologie de traitement spectral

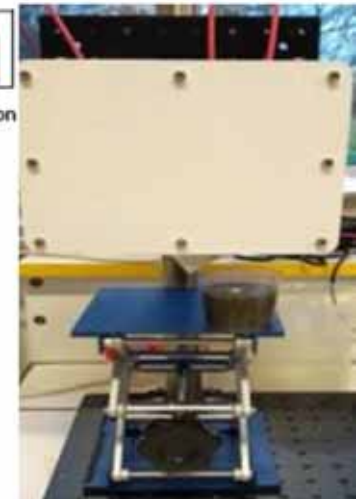
Méthodologie



- Deux fibres: une émettrice et une réceptrice,
- Mesure en contact avec l'échantillon



- Mesure sans contact avec l'échantillon,
- Décomposition du signal total en signaux polarisé (simple diffusion) et dépolarisé (multidiffusion).



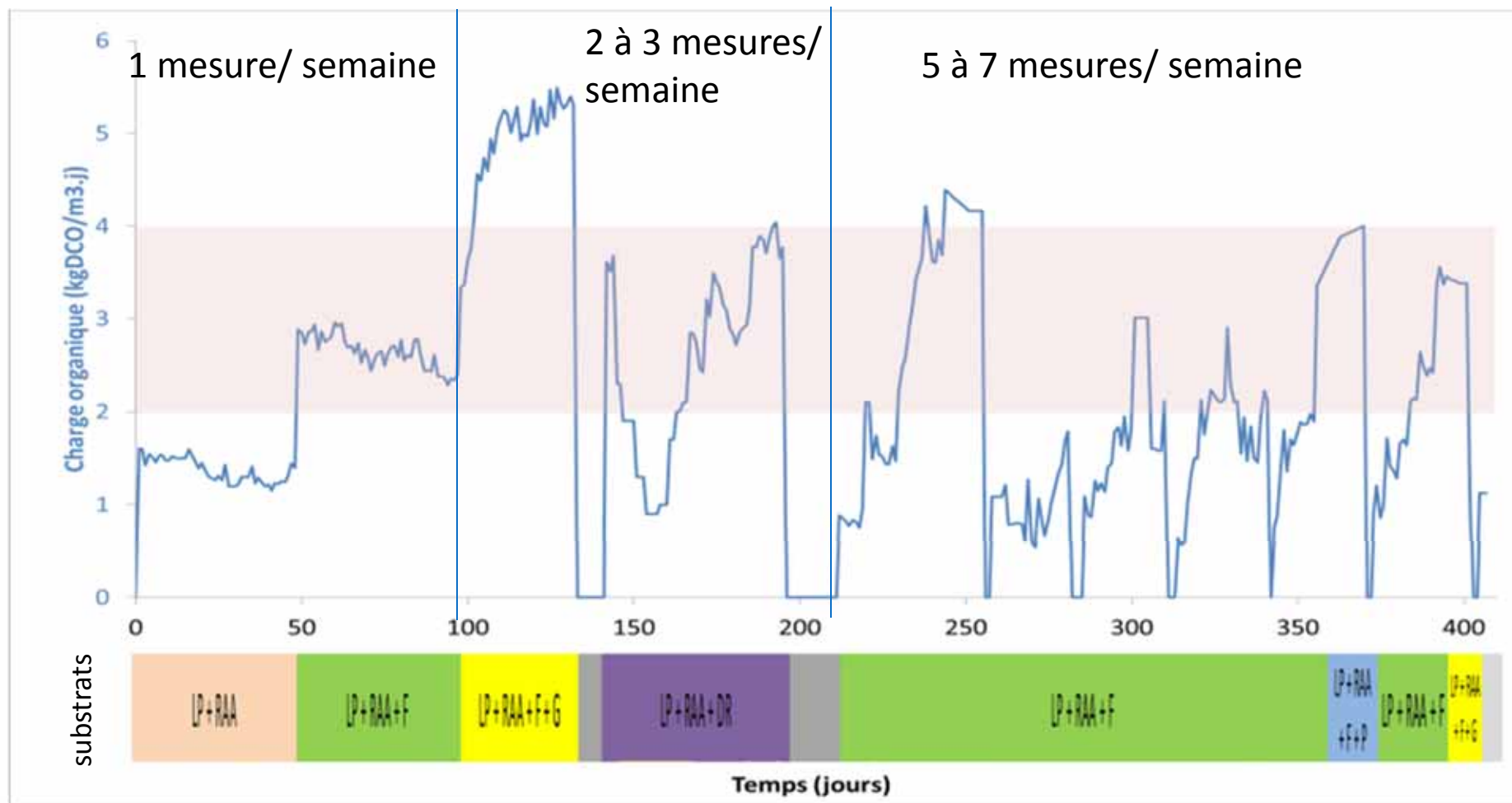
Spectromètre
et source

- ✓ Mesure hors ligne
- ✓ Triplet par sonde

- Description des sondes de spectroscopie
- Le milieu d'étude
- Méthodologie de traitement spectral

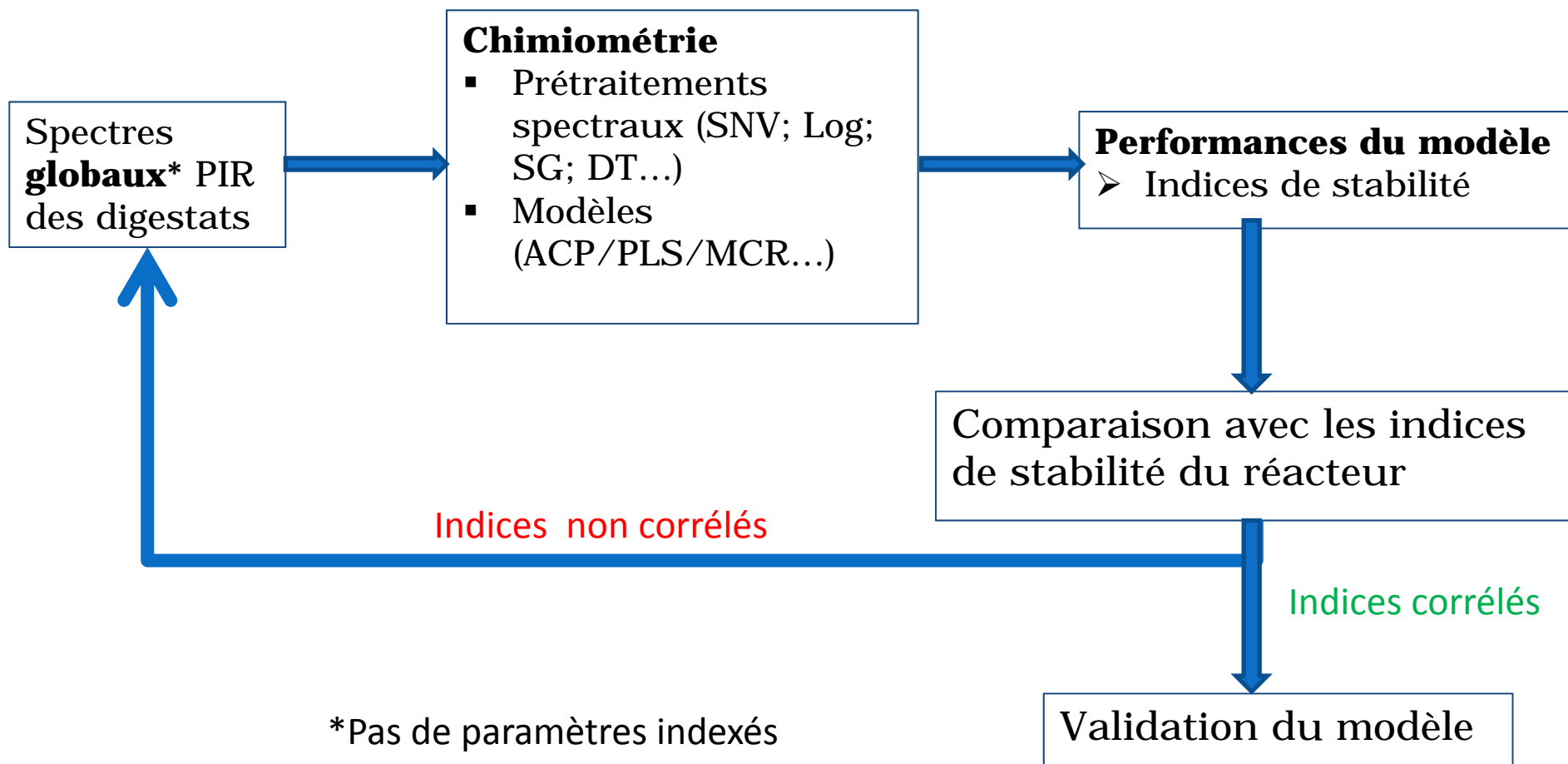
Méthodologie

Digester soumis à différents stress



- Description des sondes de spectroscopie
- Le milieu d'étude
- Méthodologie de traitement spectral

Méthodologie

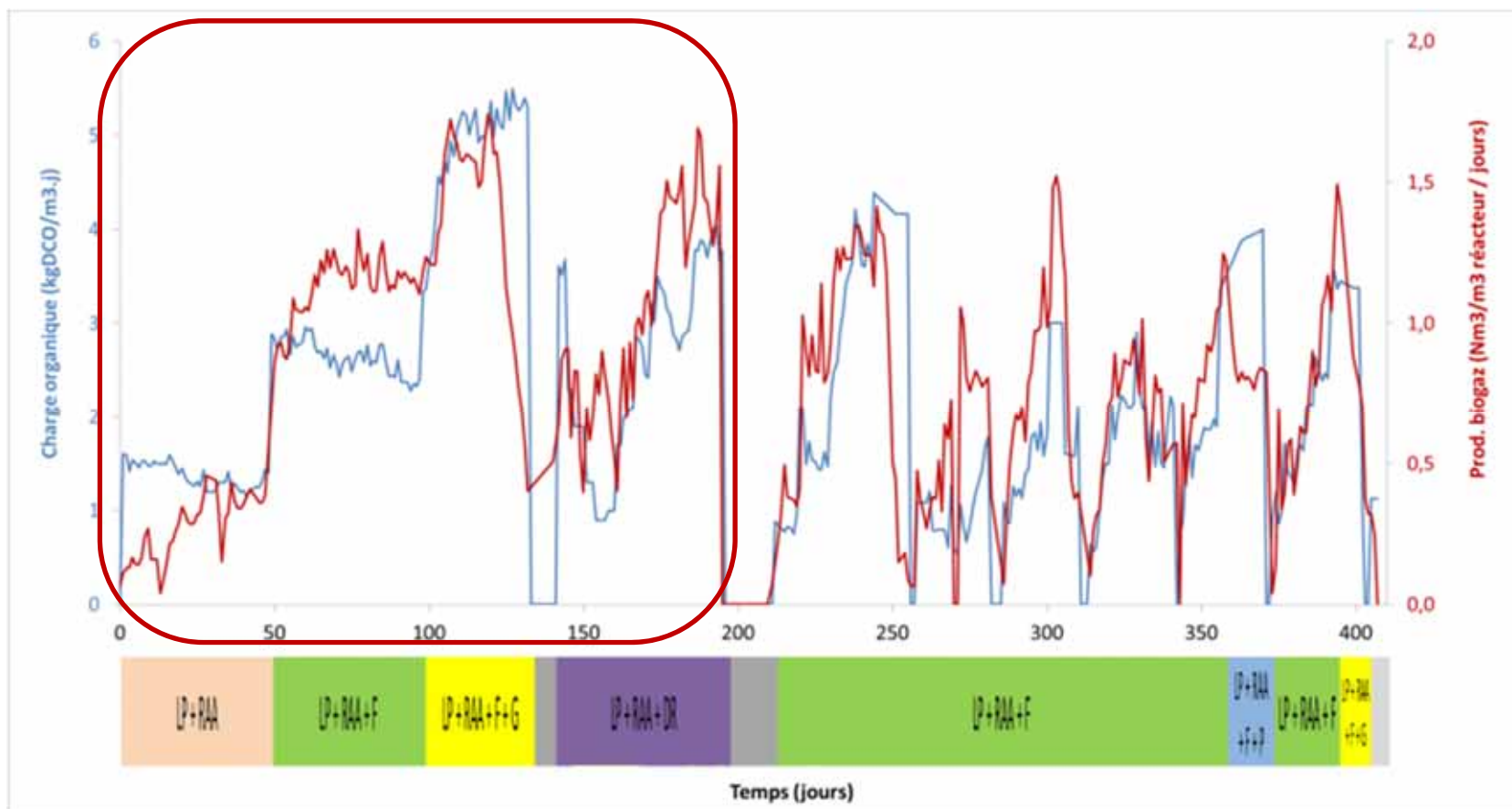


- Les spectres obtenus
- Le traitement spectral
- Les indicateurs potentiels de stabilité
- Comparaison aux indicateurs chimiques

- Les spectres obtenus
- Le traitement spectral
- Les indicateurs potentiels de stabilité
- Comparaison aux indicateurs chimiques

Résultats

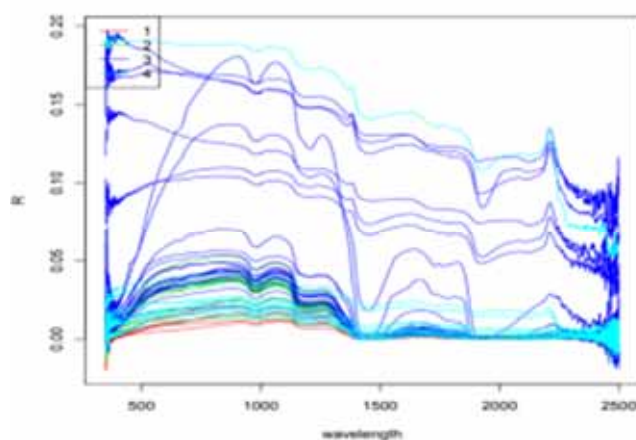
Les 200 premiers jours d'expérimentation : un dysfonctionnement



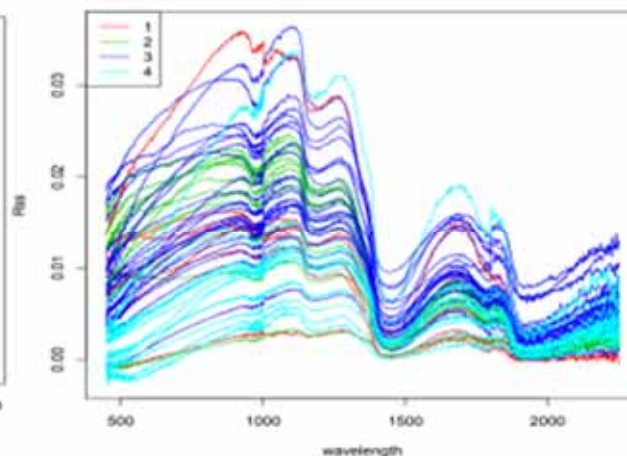
- Les spectres obtenus
- Le traitement spectral
- Les indicateurs potentiels de stabilité
- Comparaison aux indicateurs chimiques

Résultats

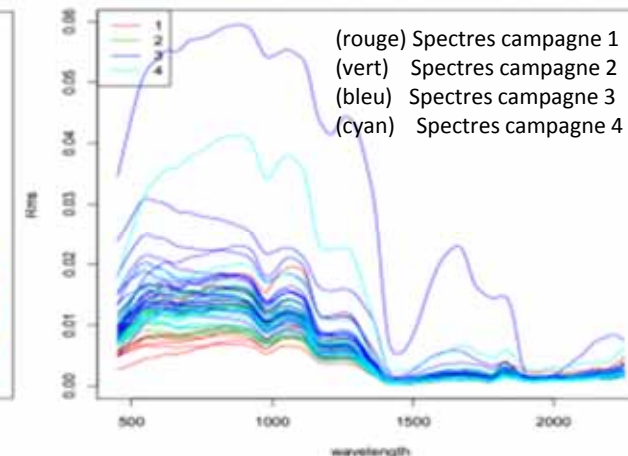
- Les spectres sur les 200 premiers jours...



Sonde 2 fibres



Sonde polarisée (R_{ss})

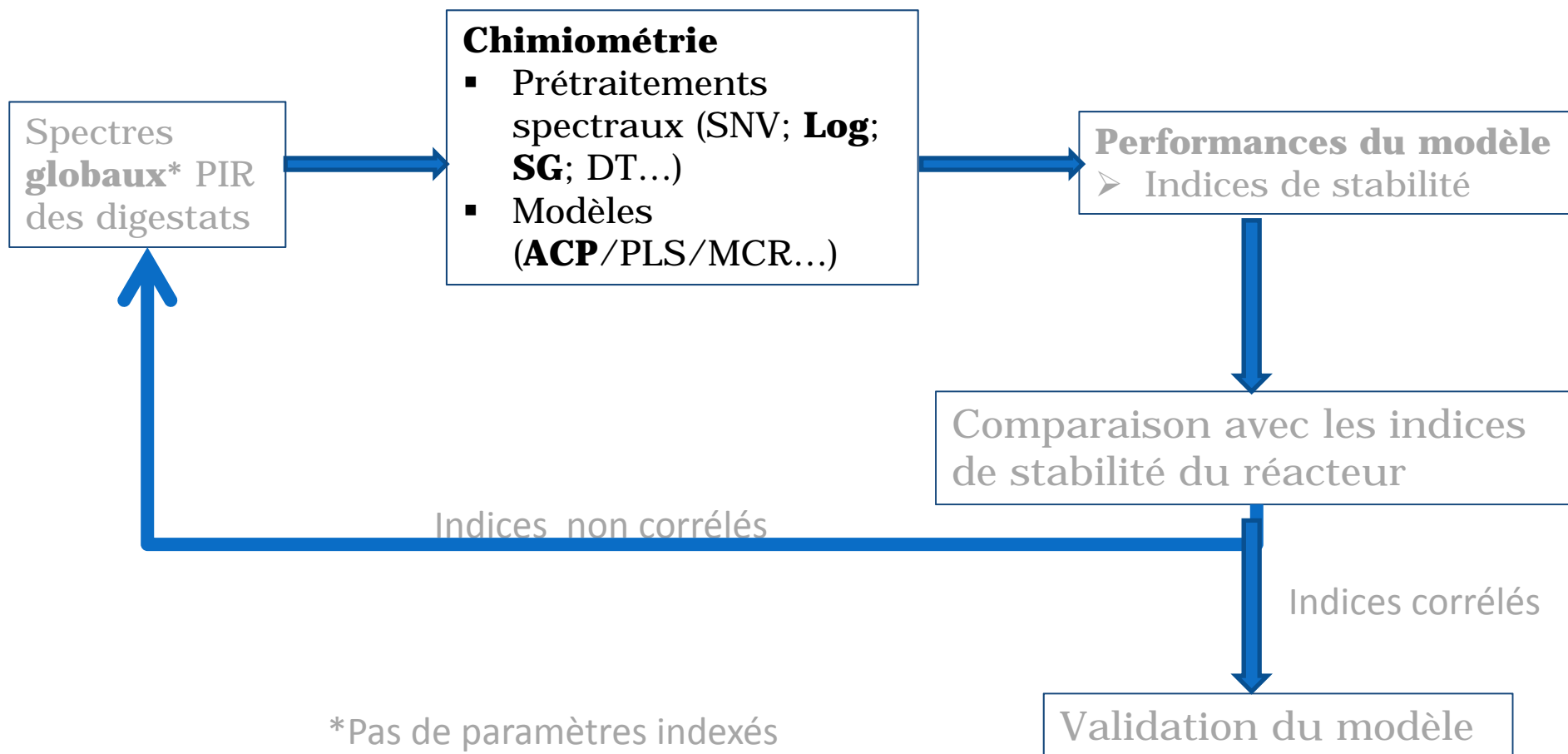


Sonde polarisée (R_{ms})

Impact de l'eau : creux d'absorption à 970nm, 1200nm, 1440 nm et 1996 nm
Pas de différenciation évidente

- Les spectres obtenus
- Le traitement spectral
- Les indicateurs potentiels de stabilité
- Comparaison aux indicateurs chimiques

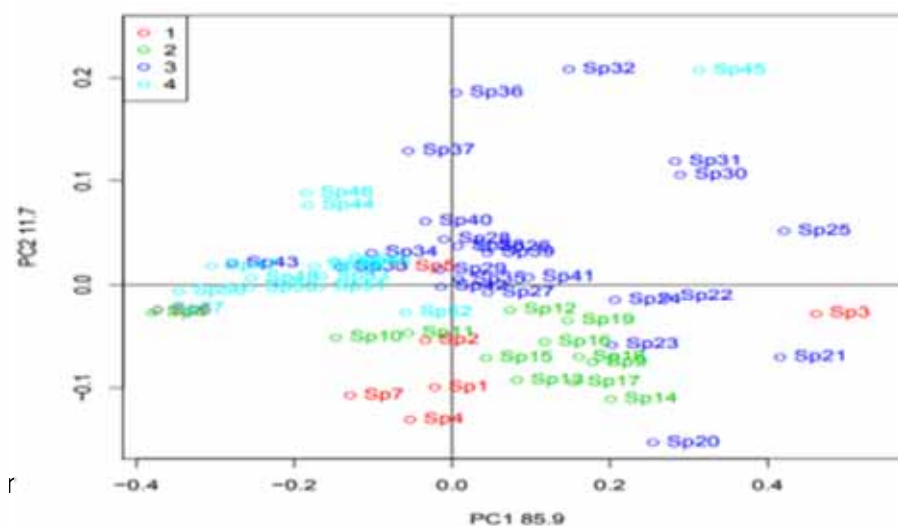
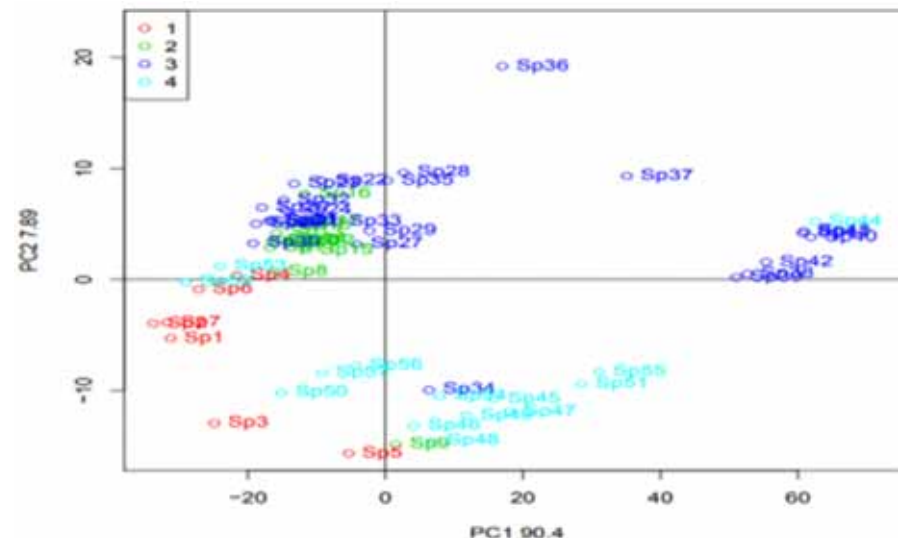
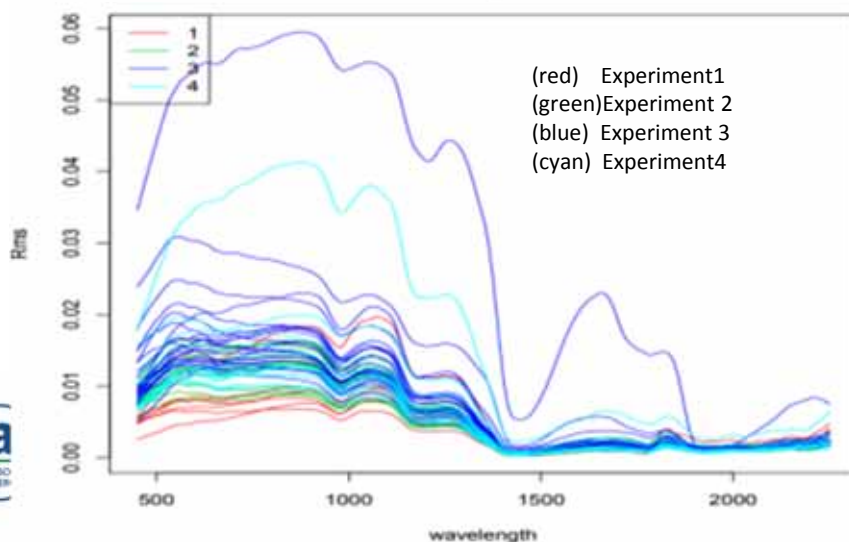
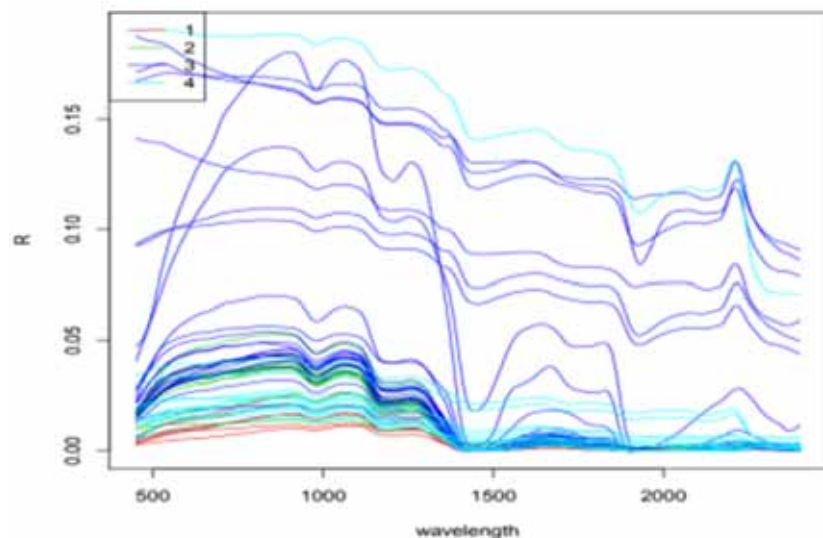
Résultats



- Les spectres obtenus
- Le traitement spectral
- Les indicateurs potentiels de stabilité
- Comparaison aux indicateurs chimiques

Résultats

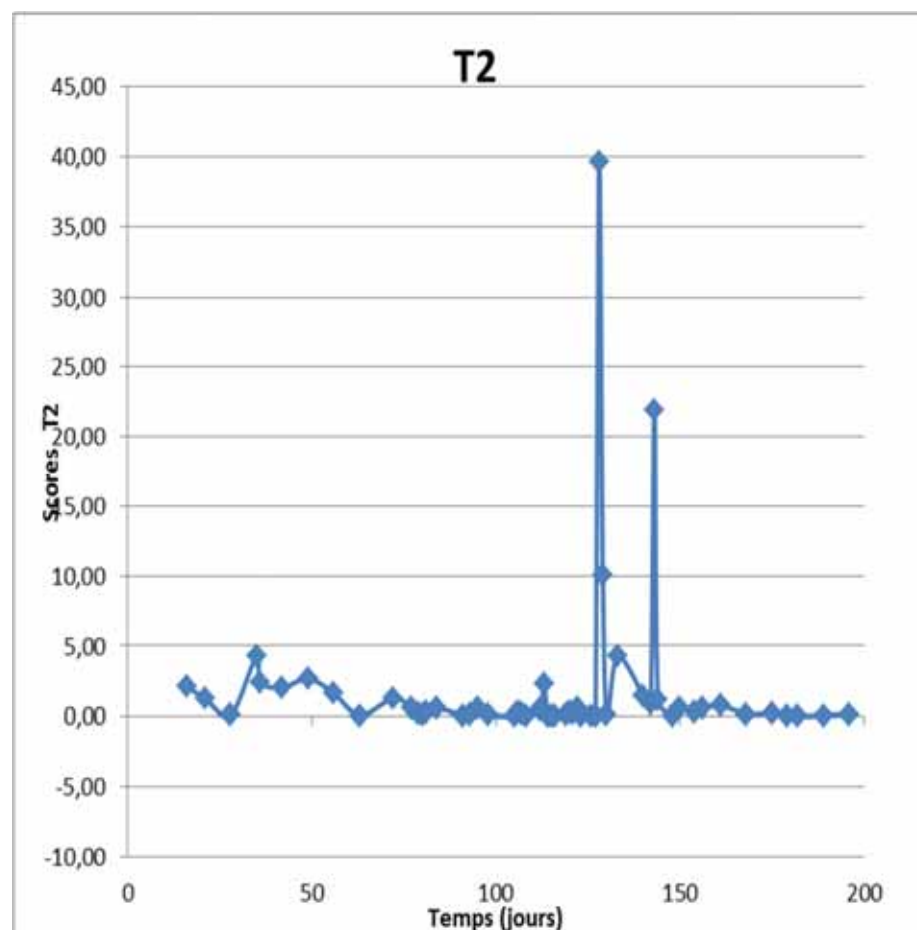
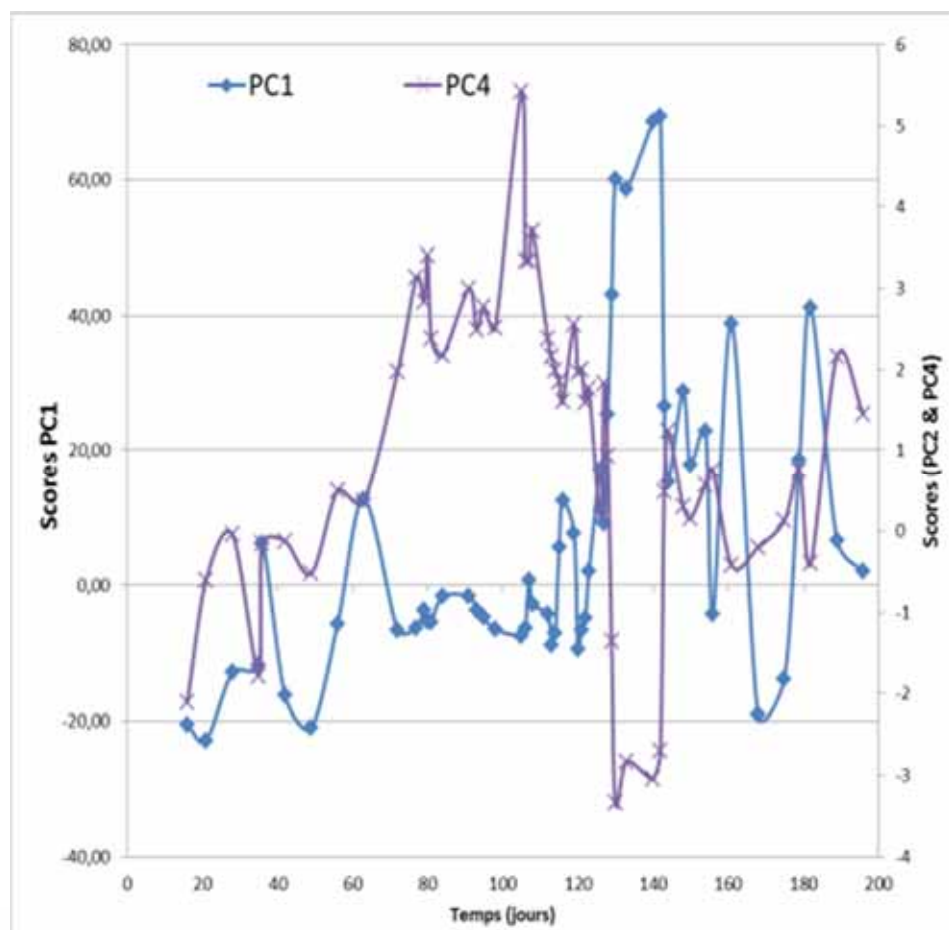
- Discrimination des spectres par ACP



- Les spectres obtenus
- Le traitement spectral
- Les indicateurs potentiels de stabilité
- Comparaison aux indicateurs chimiques

Résultats

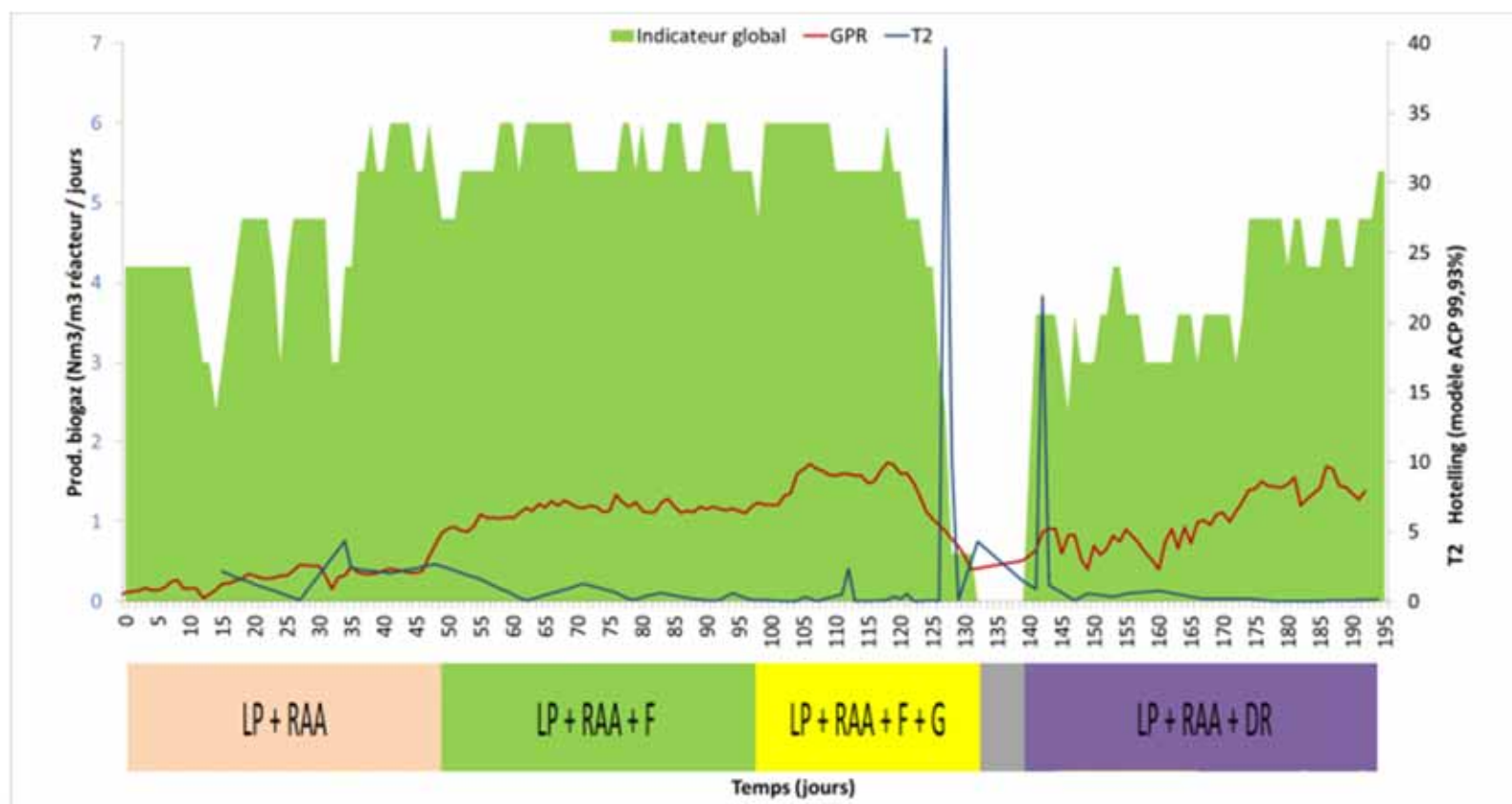
- Critères de stabilité...?



- Les spectres obtenus
- Le traitement spectral
- Les indicateurs potentiels de stabilité
- Comparaison aux indicateurs chimiques

Résultats

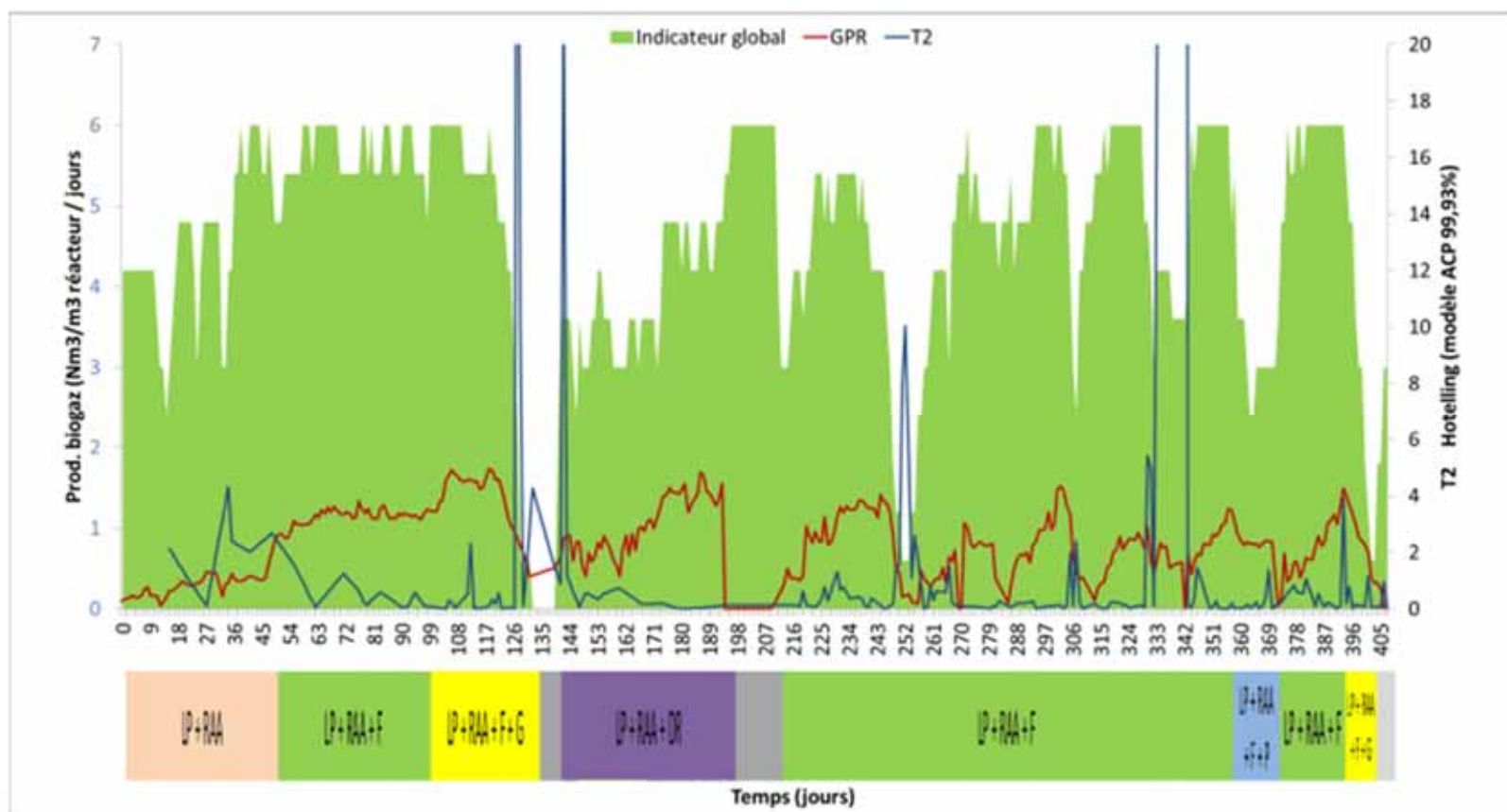
- Sur 200 jours d'expérimentations



- Les spectres obtenus
- Le traitement spectral
- Les indicateurs potentiels de stabilité
- Comparaison aux indicateurs chimiques

Résultats

- Sur 407 jours d'expérimentations



- Suivi SPIR du digesteur avec des mesures sur matériaux bruts
- Mise en évidence de critères déterminant le fonctionnement du digesteur
- Critères issus du traitement chimiométrique de type ACP sur les spectres : Scores et T2
- Traitement chimiométrique à affiner.



Merci de votre attention !