

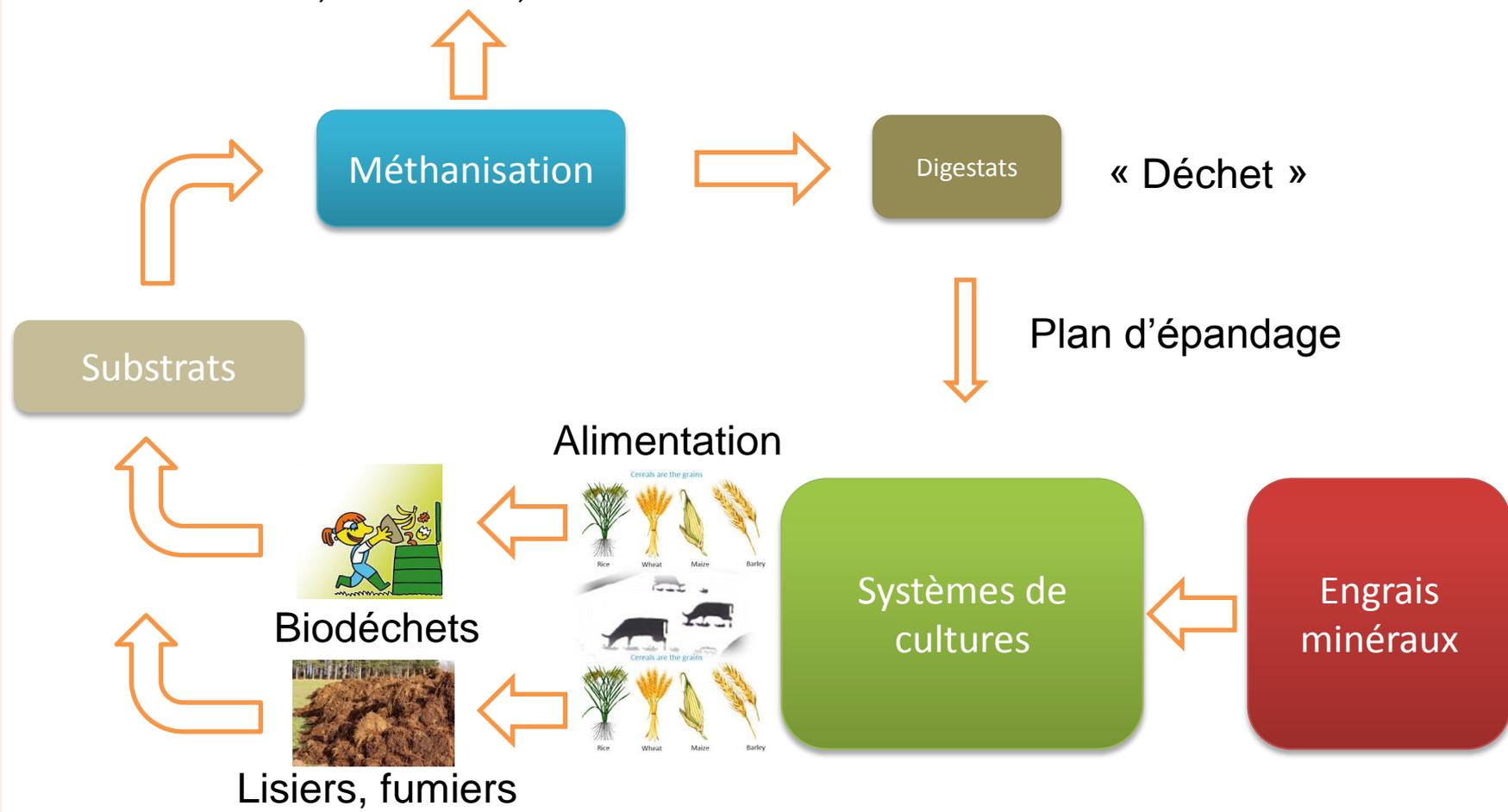
Filières de valorisation des digestats

Méthodologie d'aide à la conception

A. MOTTET, S. POMMIER, M.
BOUNOUBA, X. LEFEVBRE, M.
SPERANDIO

Contexte

Chaleur, électricité, biocarburant



Projet VALODIM

Chaleur, électricité, biocarburant

Méthanisation

Fertilisants biosourcés renouvelables

Substrats

Homologation / valeur économique
Besoins nutritionnels
Propriétés du sol

Gestion spatialisée
Echelle territoire

Alimentation

Systèmes de cultures

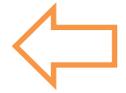
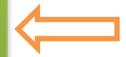
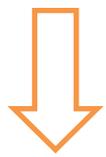
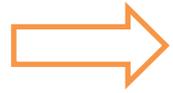
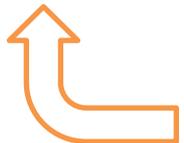
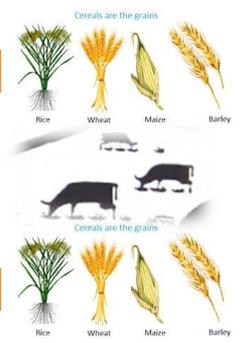
Engrais minéraux



Biodéchets



Lisiers, fumiers



Projet VALODIM

➤ Financement

bpifrance



Programme Investissements d'Avenir

12,5 millions € sur 6 ans

Labélisé par 3 pôles de compétitivité



Projet VALODIM

6 partenaires industriels



3 instituts publics de recherche

Projet VALODIM

➤ Objectifs

- Mise en place de **circuits courts** de collectes de **substrats** dans une **logique territoriale**
- Caractériser les **besoins nutritionnels** de systèmes de **culture** en **France** (localisation, pratiques agricoles...)
- Valorisation des **digestats** en **fertilisants** biosourcés renouvelables (composition, formulation...)
- Validation des performances des fertilisants sur les systèmes cultureux (**essais agronomiques**)

Contexte

➤ Filière de valorisation des digestats en fertilisants



Contexte

➤ Filière de valorisation des digestats en fertilisants



➔ Choix des procédés (phases liquide/solide)



Contexte

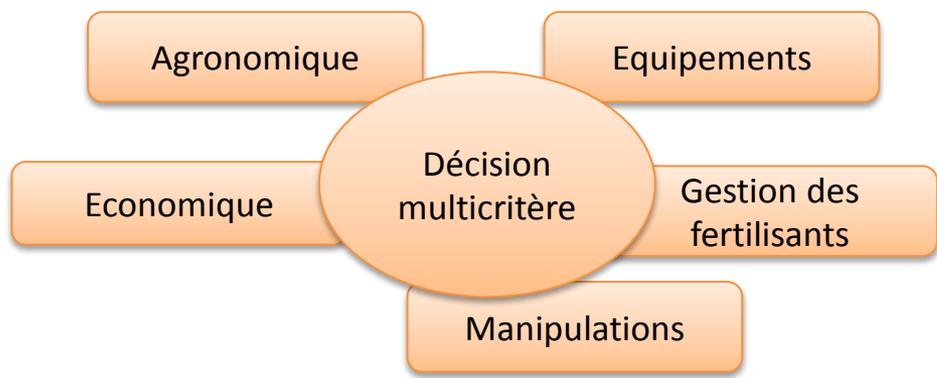
➤ Filière de valorisation des digestats en fertilisants



➔ Choix des procédés (phases liquide/solide)



Pratiques agricoles en fertilisation



Contexte

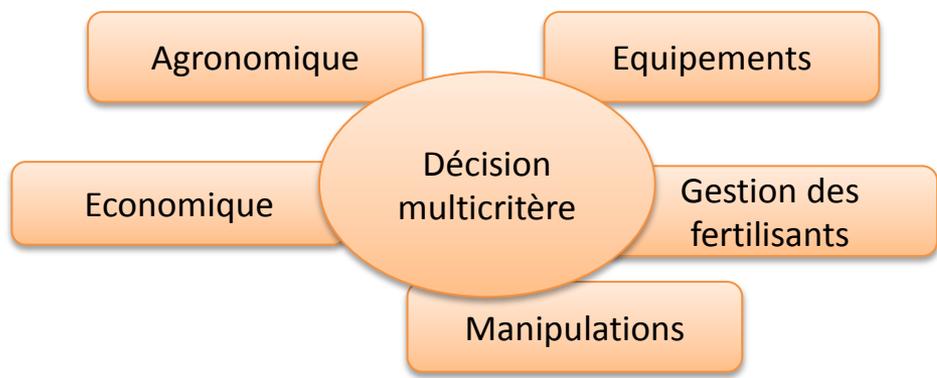
➤ Filière de valorisation des digestats en fertilisants



➔ Choix des procédés (phases liquide/solide)

**Type de fertilisants
(composition)**

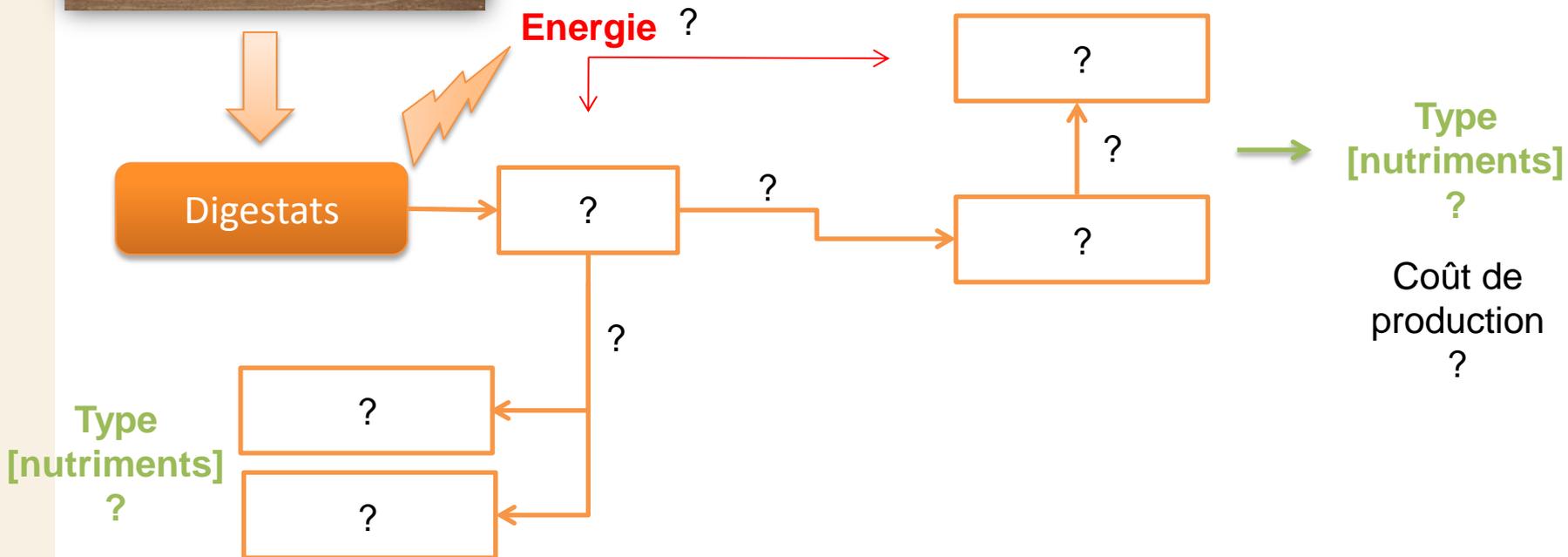
Pratiques agricoles en fertilisation



Objectifs

➤ Conception de filières de valorisation

- ✓ Performances
- ✓ Lien entre procédés
- ✓ Fertilisants
- ✓ Bilan énergétique et économique



Objectifs

➤ Méthodologie pour la conception de filières

1 Caractérisation des digestats

↳ Disponibilité des nutriments (N, P, K, S, Ca, Mg)

2 Caractérisation des procédés unitaires

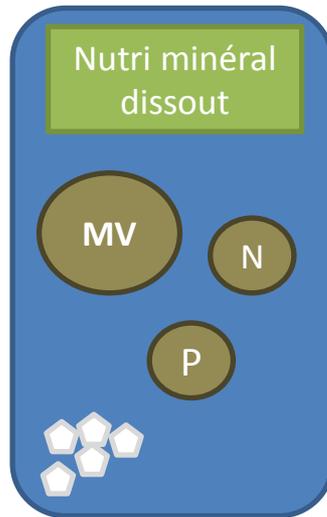
↳ Récupération et production d'éléments nutritifs

3 Modélisation d'une plateforme de procédés

↳ Logiciel SUMO (processus physique, chimique et biologique)

Résultats

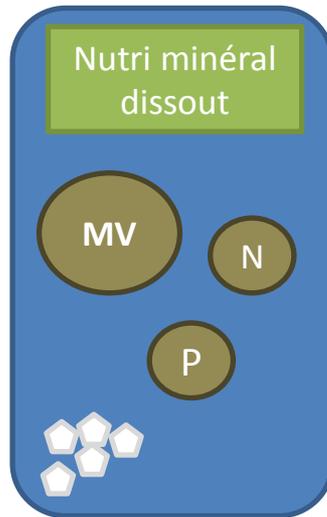
➤ Caractérisation détaillée des nutriments



Digestats

Résultats

➤ Caractérisation détaillée des nutriments



Digestats

- ✓ Concentration en nutriments minéraux dissouts
 - Chromatographie ionique (CI)

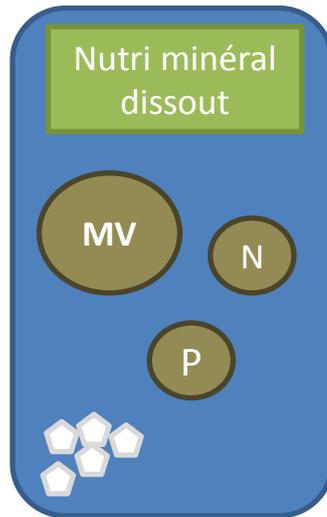


- ✓ Concentration en nutriments minéraux précipités
 - Acidification + CI



Résultats

➤ Caractérisation détaillée des nutriments



Digestats

- ✓ Concentration totale en nutriments
 - Analyse élémentaire (ICP-AES)

- ✓ Concentration en nutriments minéraux dissouts
 - Chromatographie ionique (CI)

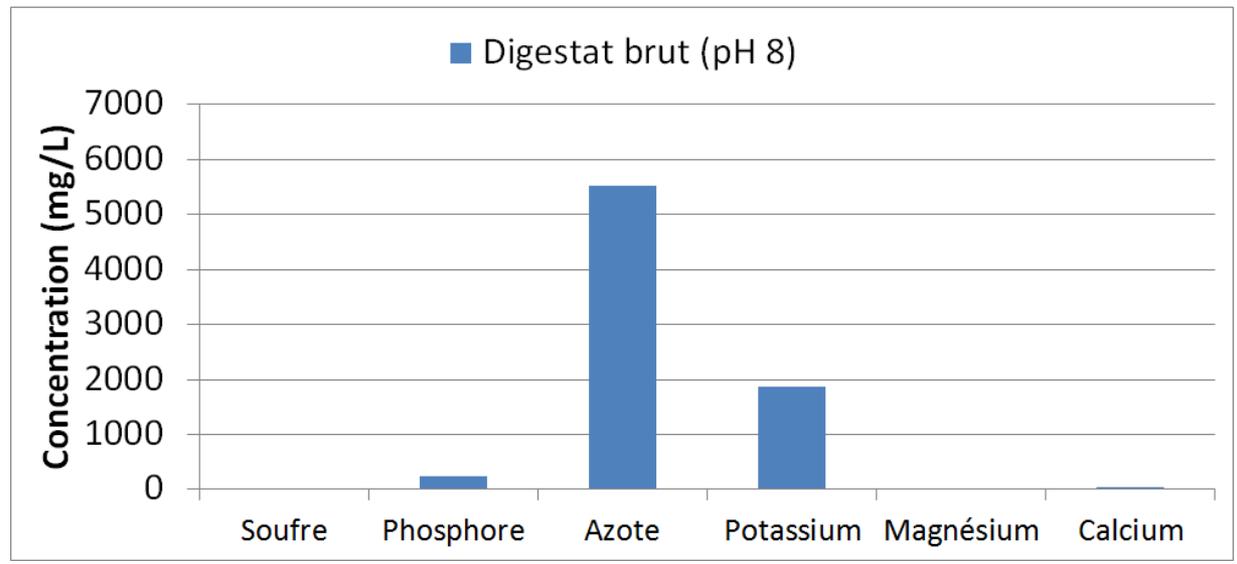
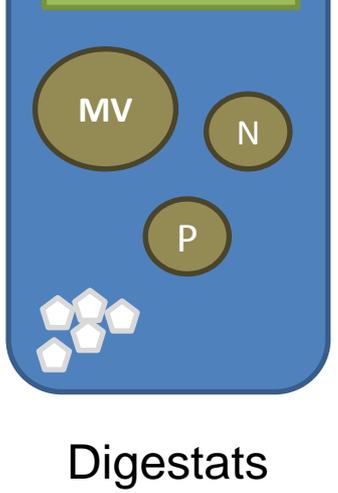


- ✓ Concentration en nutriments minéraux précipités
 - Acidification + CI



Résultats

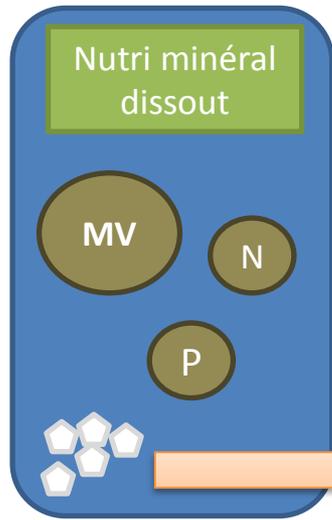
➤ Caractérisation détaillée des nutriments



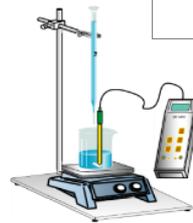
Nutriments rapidement disponibles

Résultats

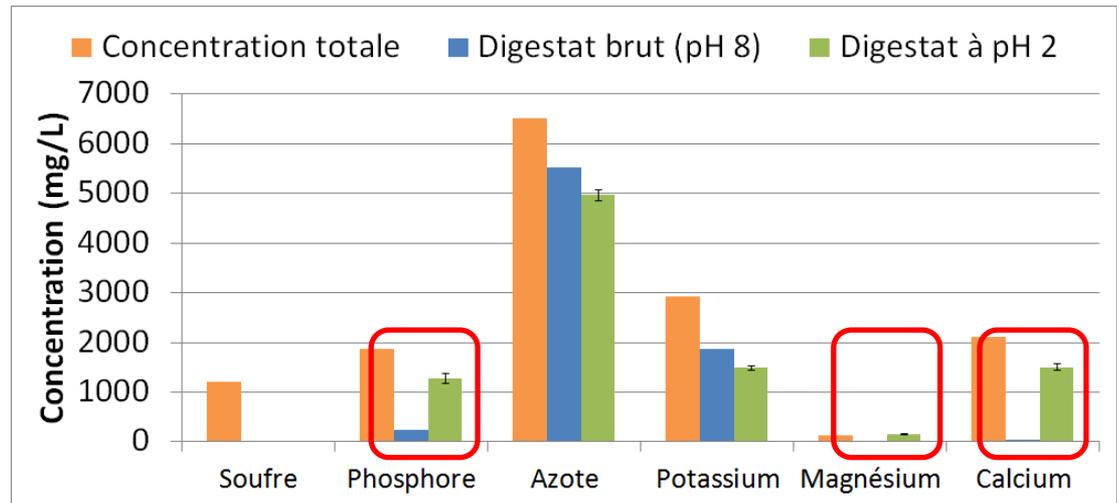
➤ Caractérisation détaillée des nutriments



Digestats



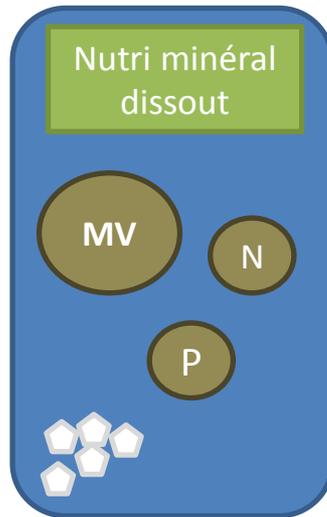
Acidification par ajout d'acide HCl à 1,2 M



Nutriments lentement disponibles

Résultats

➤ Caractérisation détaillée des nutriments

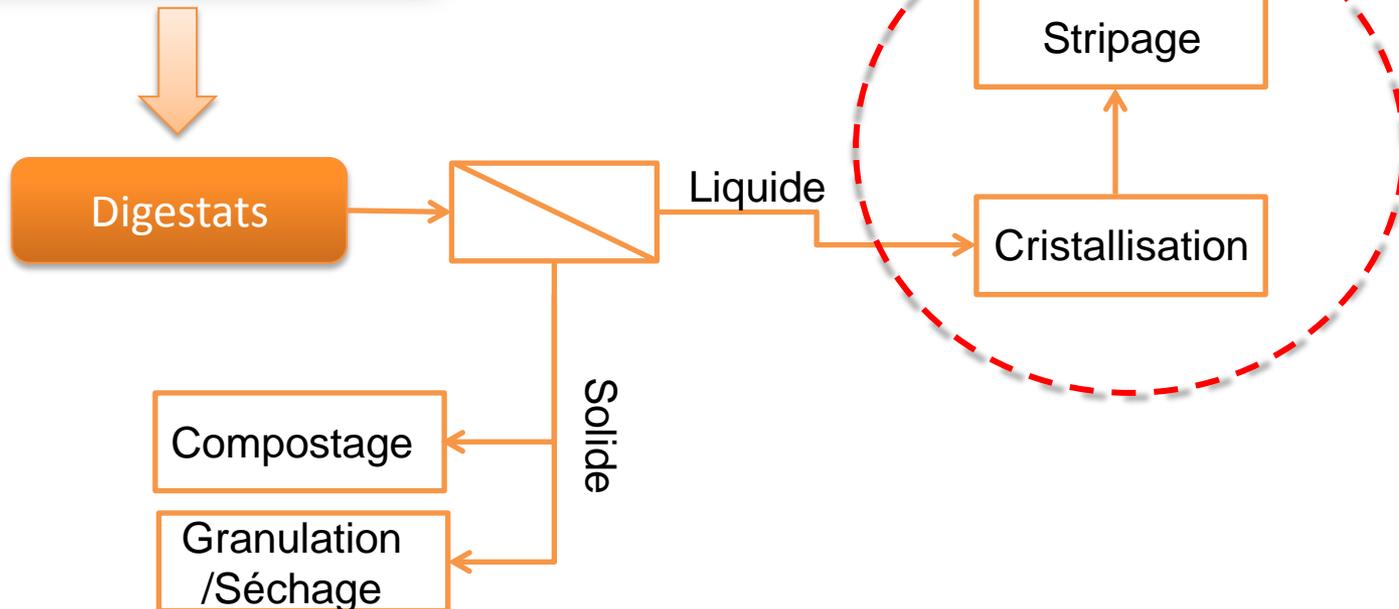


Digestats

- ✓ Quantification des potentiels de nutriments rapidement et lentement disponibles
- ✓ Quantification des flux de nutriments à diriger vers une phase solide ou phase liquide

Résultats

➤ Caractérisation de procédés et modélisation

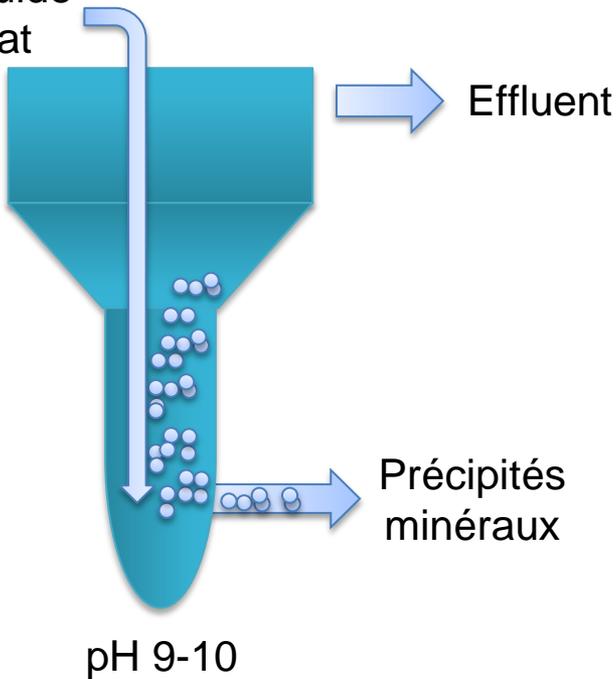


Résultats

➤ Caractérisation de procédés et modélisation

✓ **Cristallisation**

Fraction liquide
du digestat



❑ Principaux éléments impliqués:

- NH_4^+ , PO_4^{3-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} ...
- Struvite (MgNH_4PO_4), ACP ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)...

❑ Action sur le pH:

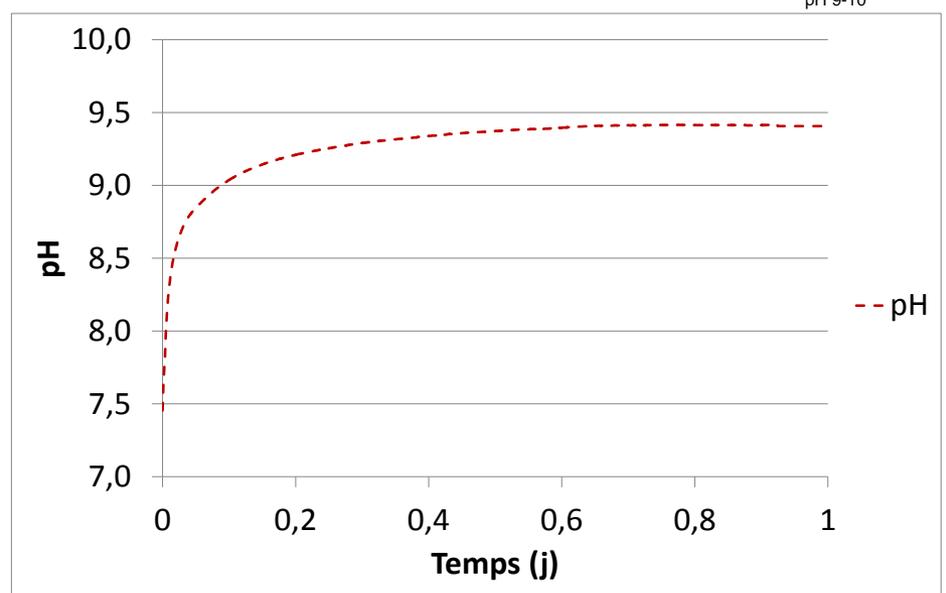
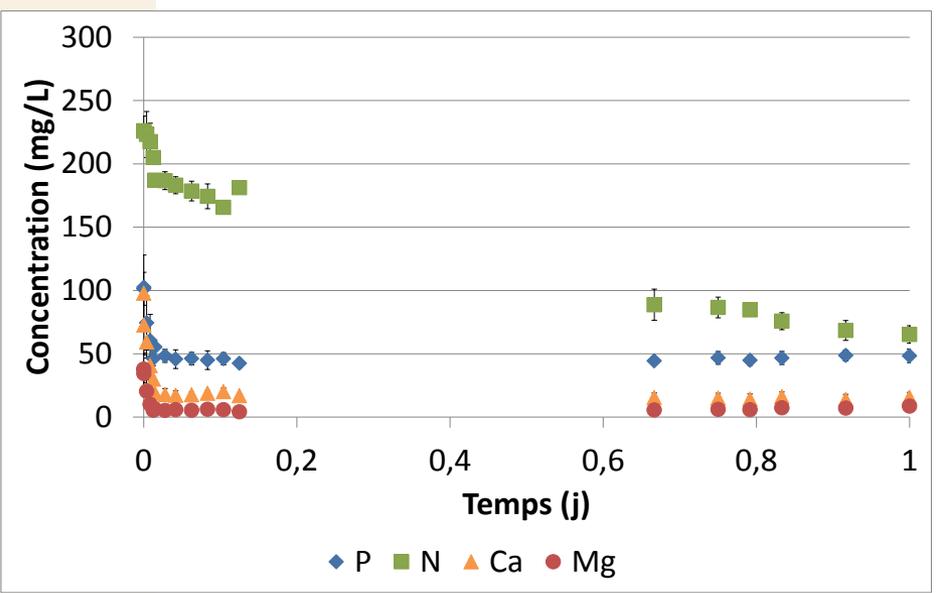
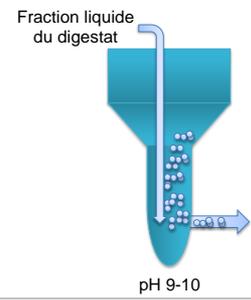
- Ajout de composés MgCl_2 , MgO
- Aération

Résultats

➤ Caractérisation de procédés et modélisation

✓ Cristallisation

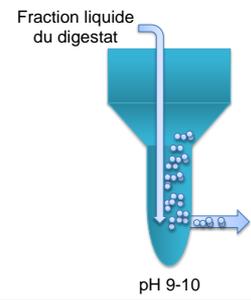
Suivi cinétique des composés ioniques et pH



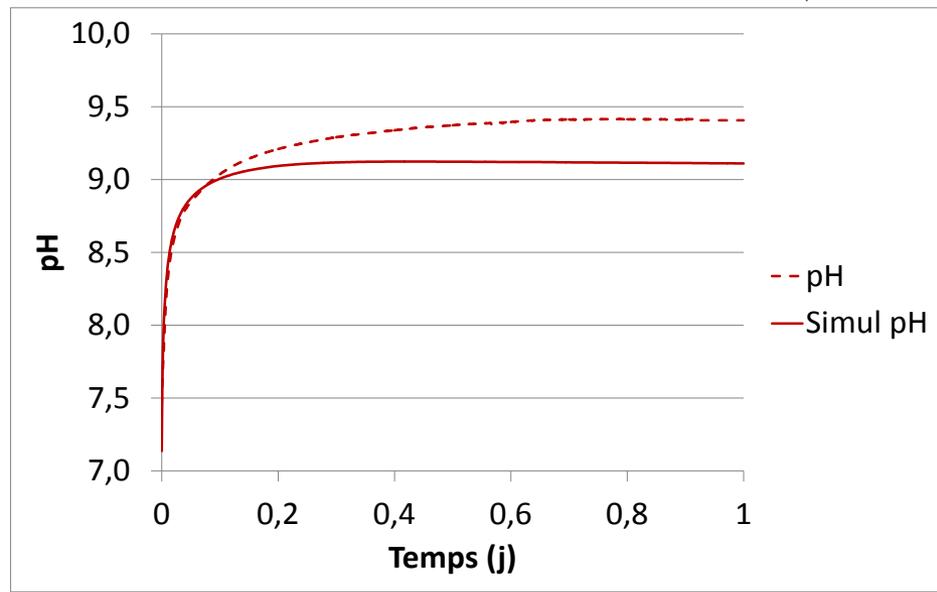
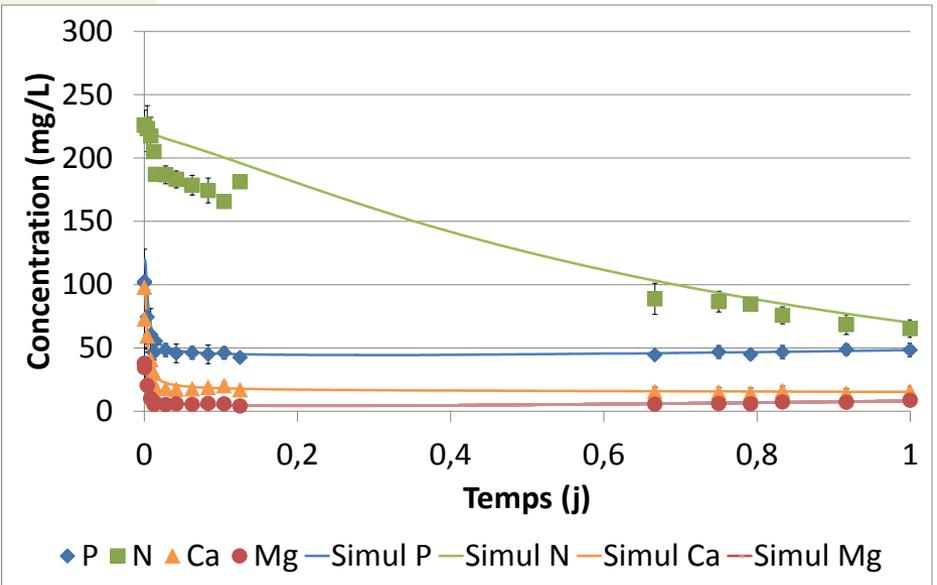
Résultats

➤ Caractérisation de procédés et modélisation

✓ Cristallisation



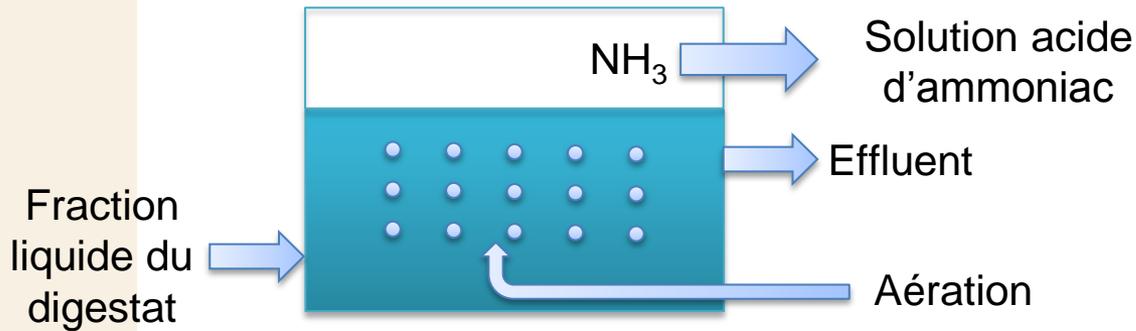
Résultats de modélisation



Résultats

➤ Caractérisation de procédés et modélisation

✓ Stripage de l'azote

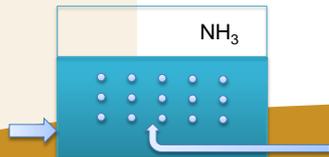
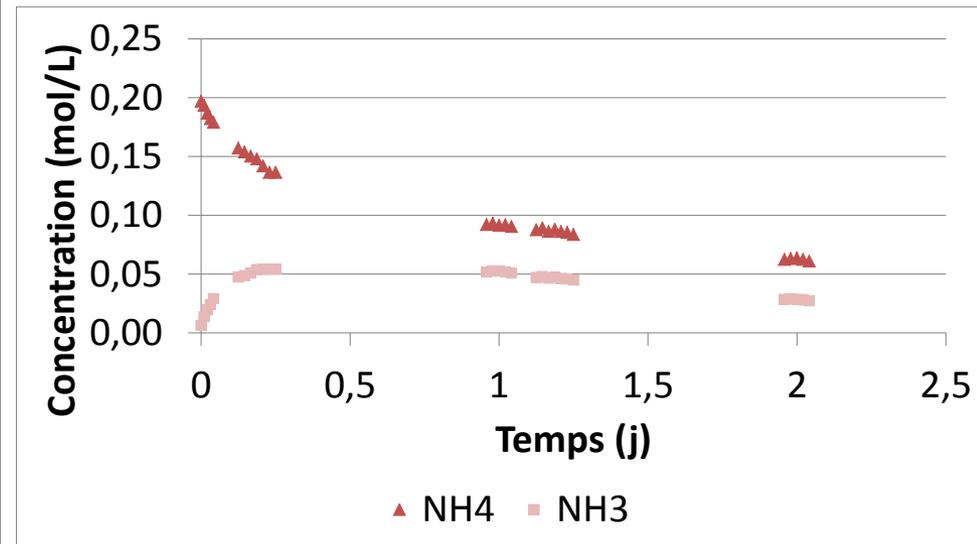
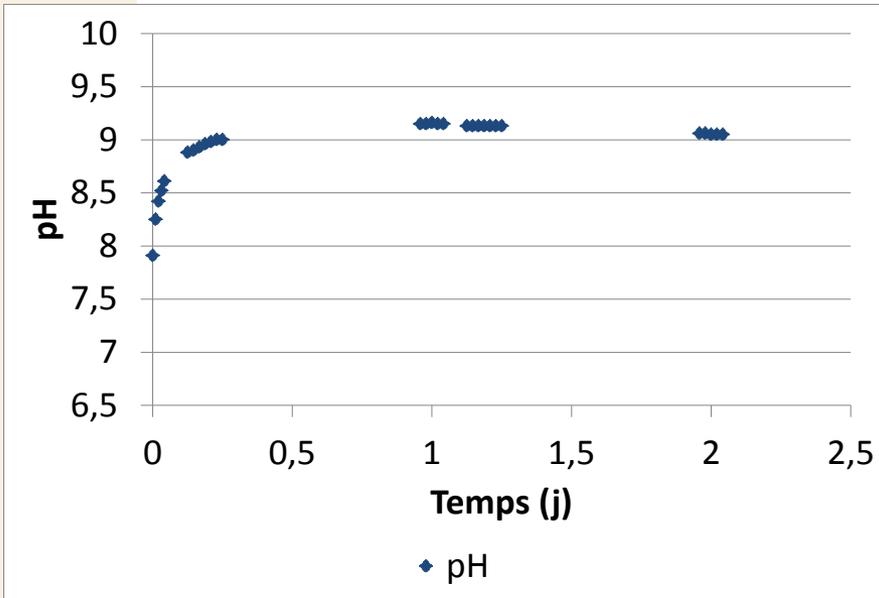


Résultats

➤ Caractérisation de procédés et modélisation

✓ Stripage de l'azote

Suivi cinétique des formes $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ et pH

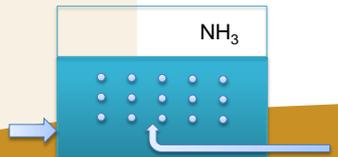
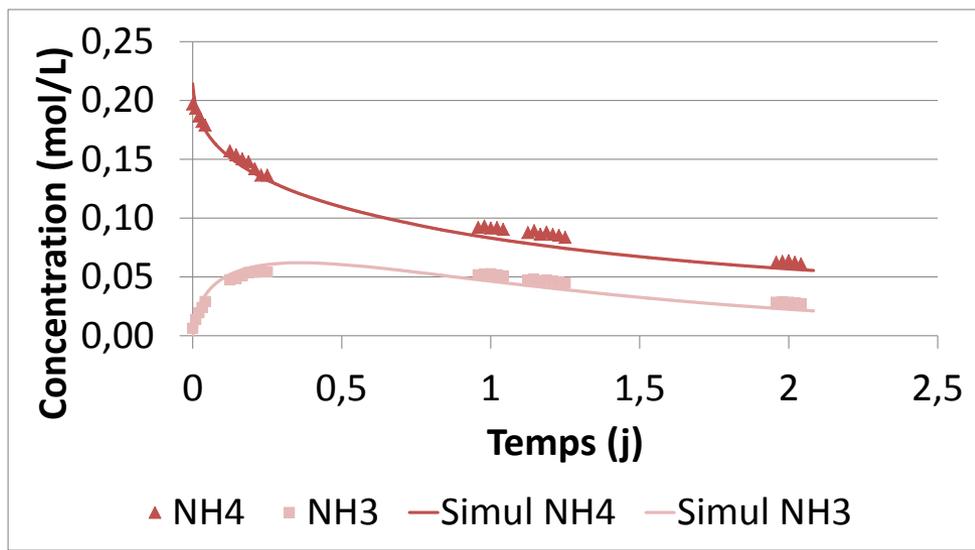
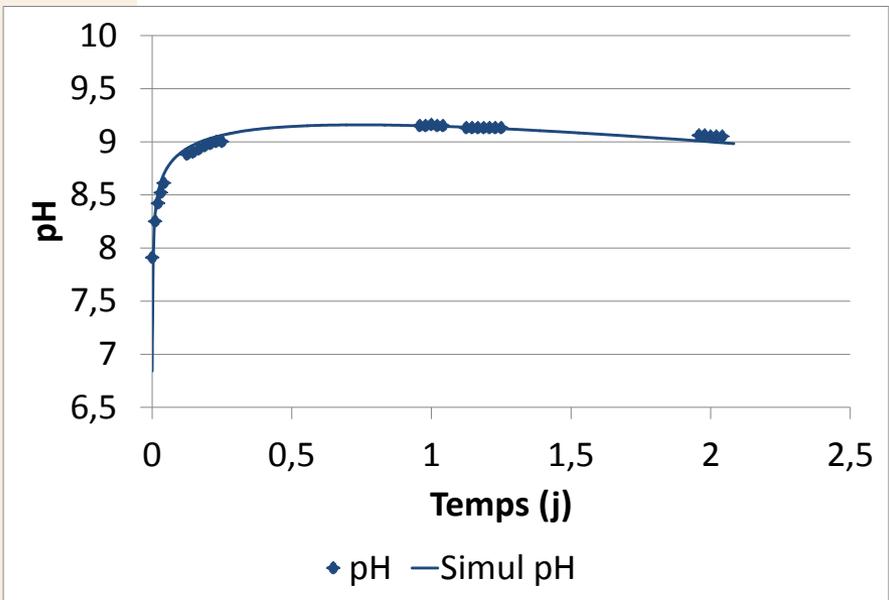


Résultats

➤ Caractérisation de procédés et modélisation

✓ Stripage de l'azote

Résultats de modélisation



Conclusions

- ✓ Quantification des potentiels nutriments rapidement et lentement disponibles
- ✓ Modélisation validée de procédés de valorisation de nutriments

Perspectives

- ✓ Consolider avec l'apport de données expérimentales
- ✓ Modélisation de différents cas de filières de valorisation
- ✓ Intégrer bilan énergétique et économique