

# Sécuriser les performances et optimiser l'alimentation des unités de méthanisation

C.Charnier<sup>1,\*</sup>, R.Samso<sup>1</sup>, E.Latrille<sup>2</sup>, J-P. Steyer<sup>2</sup>,  
F.Novellis<sup>1</sup>, J.Miroux<sup>1</sup>.

1 BioEnTech, 74 Av. Paul Sabatier, 11100, Narbonne, France.

2 INRA, UR0050, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Av. des Etangs, Narbonne F-11100, France.

# 1

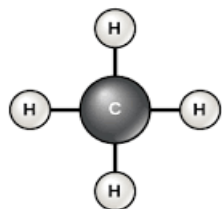
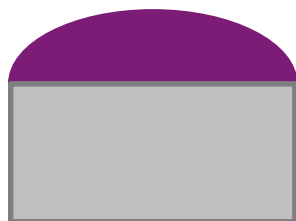
## Contexte et objectifs

1. Contexte et objectifs
2. Collecte des données
3. Optimiser et sécuriser
4. Optimiser l'alimentation
5. Conclusions

# 1.1

## Contexte et objectifs

### Situation Française de la méthanisation



- Déchets agricoles (239)
- Effluents industriels (101)
- Boues de STEP (59)
- Déchets ménagers et territoriaux (45)

444 unités (sinco 04/2016)

+ Prometteur

+ Subventionné

- Immature

# 1.2 Contexte et objectifs

## Le secteur français et ses difficultés



### Points d'améliorations

56%

#### 1 La collecte



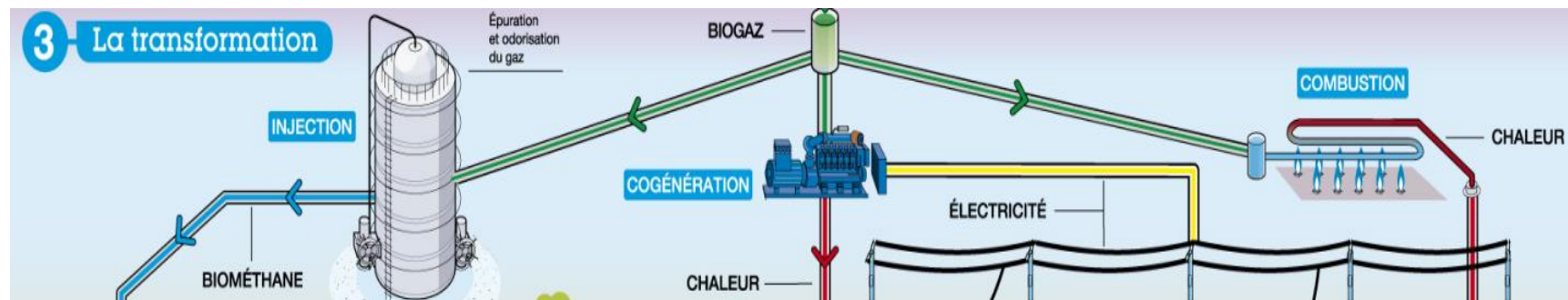
80%

#### 2 La méthanisation



50%

#### 3 La transformation



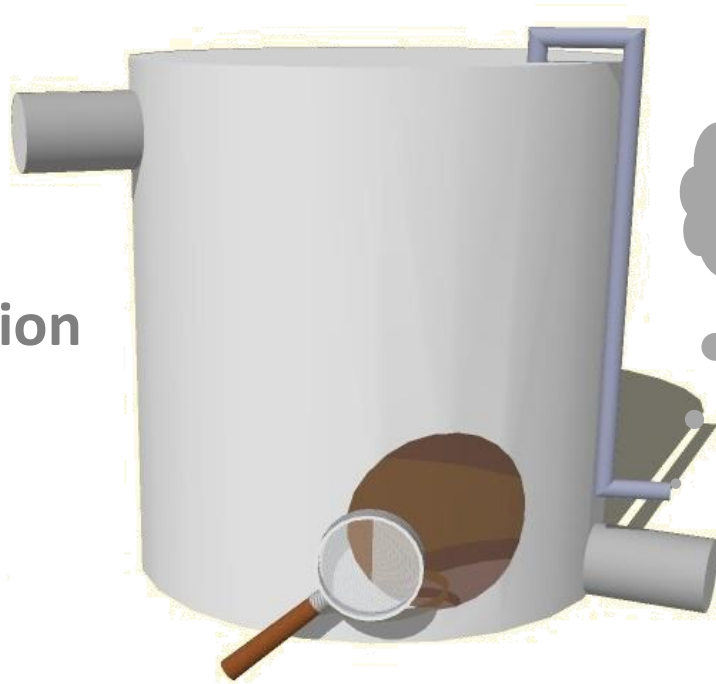
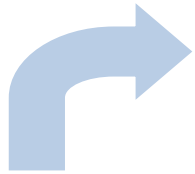
# 1.3 Contexte et objectifs

## Une supervision efficace

---

### 1. Collecte des données

### 2. Caractérisation du substrat



### 3. Simuler et sécuriser les performances

### 4. Optimisation de la production de méthane

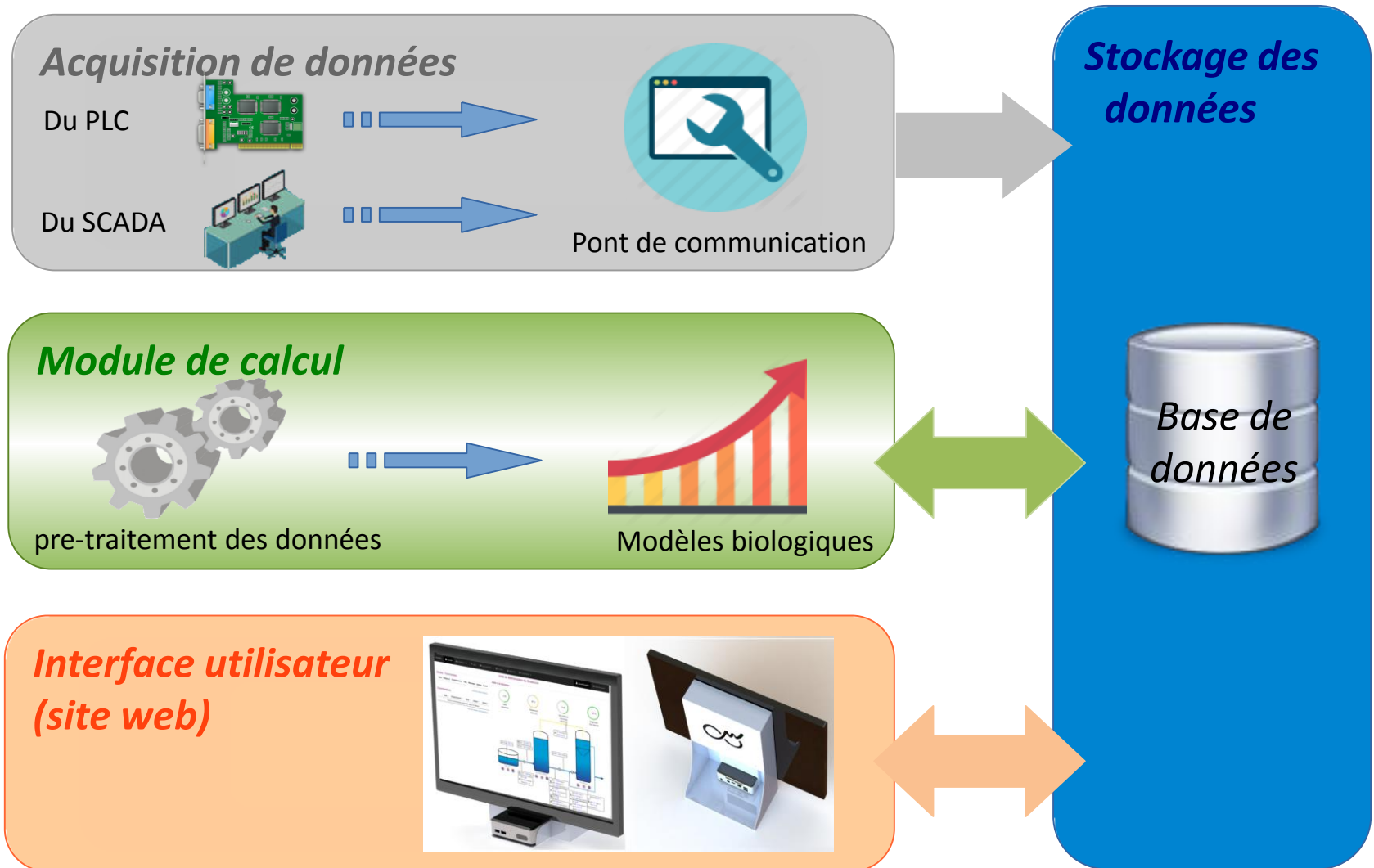
# 2

## Collecte des données

1. Contexte et objectifs
2. Collecte des données
3. Optimiser et sécuriser
4. Optimiser l'alimentation
5. Conclusions

# 2.1 Collecte des données

## MeMo- Concept

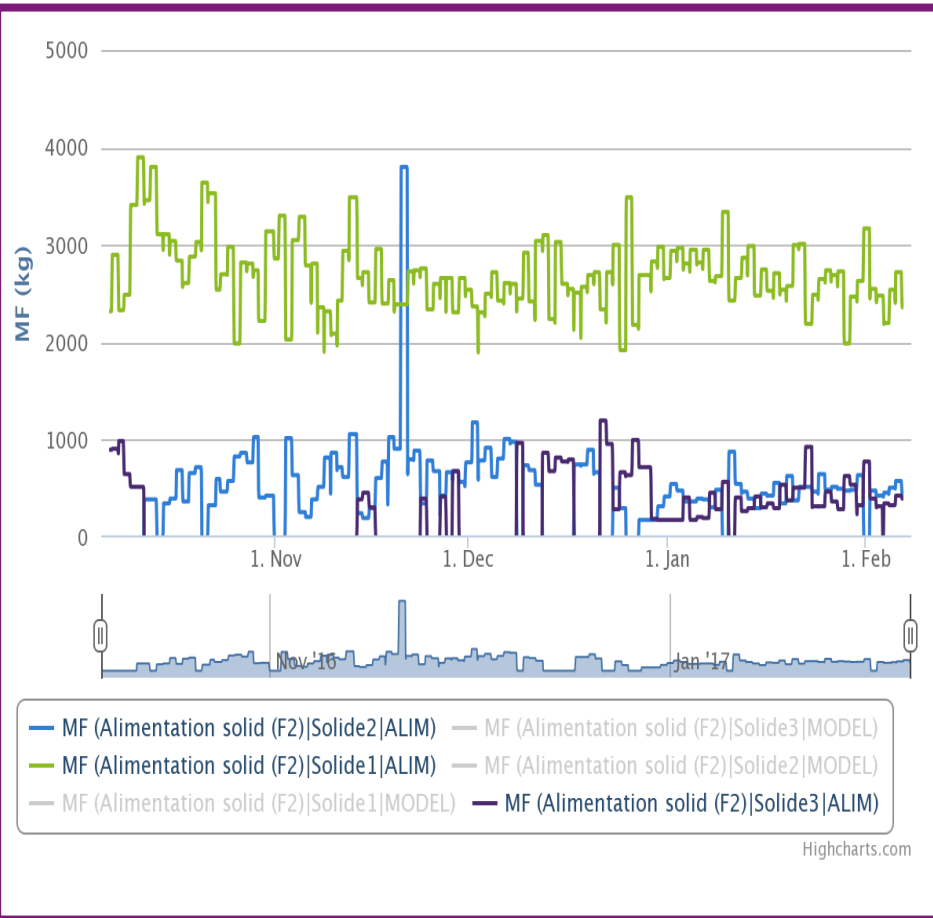


# 2.2 Collecte des données

## Les données des substrats



### Données d'alimentation en ligne



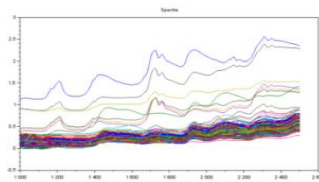
### Caractérisation des substrats associés

Nom	Valeur	Unité
Matière sèche	25.11	%
BMP	238	NmL CH4/g MS
Cinétique	0.7	jours-1
DCO	1 192	mgO2/g MS
Teneur en protéines	11	% DCO
Teneur en sucres	43	% DCO
Teneur en lipides	8	% DCO



# 2.3 Collecte de données

## Analyses rapide PLAN



- Sucres
- Protéines
- Lipides
- DCO
- BMP
- Cinétique de production  $\text{CH}_4$

Substrats

Analyses  
spectroscopiques

Traitement  
du spectre

0

4 jours



Contents lists available at [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com)

Waste Management

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/wasman](http://www.elsevier.com/locate/wasman)

Fast characterization of solid organic waste content with near infrared spectroscopy in anaerobic digestion

Cyrille Charnier<sup>a,b,\*</sup>, Eric Latrille<sup>a</sup>, Julie Jimenez<sup>a</sup>, Margaux Lemoine<sup>a</sup>, Jean-Claude Boulet<sup>c</sup>, Jérémie Miroux<sup>b</sup>, Jean-Philippe Steyer<sup>a</sup>

<sup>a</sup> INRA, UR0050, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, 102 Av. des Etangs, Narbonne F-11100, France

<sup>b</sup> BioEnTech, 74 Av. Paul Sabatier, 11100 Narbonne, France

<sup>c</sup> INRA, UMR1083 Sciences pour l'élevage, 2 Place Viala, F-34060 Montpellier, France



THÈSE  
Pour obtenir le grade de  
Docteur

Obtenu par Montpellier Supagro  
Préparée au sein de l'École doctorale GAIA  
et de l'Unité de recherche INRA UR 050  
Spécialité : Agroressource, Produits, Aliments, Bioproduits (APAB)  
Présentée par Cyrille Charnier

Fast Characterization of the Organic  
Matter, Instrumentation and  
Modelling for the AD Process  
Performances Prediction

Caractérisation rapide de la matière organique,  
instrumentation et modélisation pour la prédiction  
des performances des procédés de digestion  
anaérobie



Thèse devant être soutenue le 25 novembre 2016 devant le jury composé de  
Mr Fabrice Bellin, Directeur de recherche, UR OPARLE, Rapporteur  
MSTEA.  
Mme Véronique Bellon-Mauriel, Directrice de recherche, Examinatrice

Brevet n° 16/51050

# 3

## **Optimiser et sécuriser le bioprocédé**

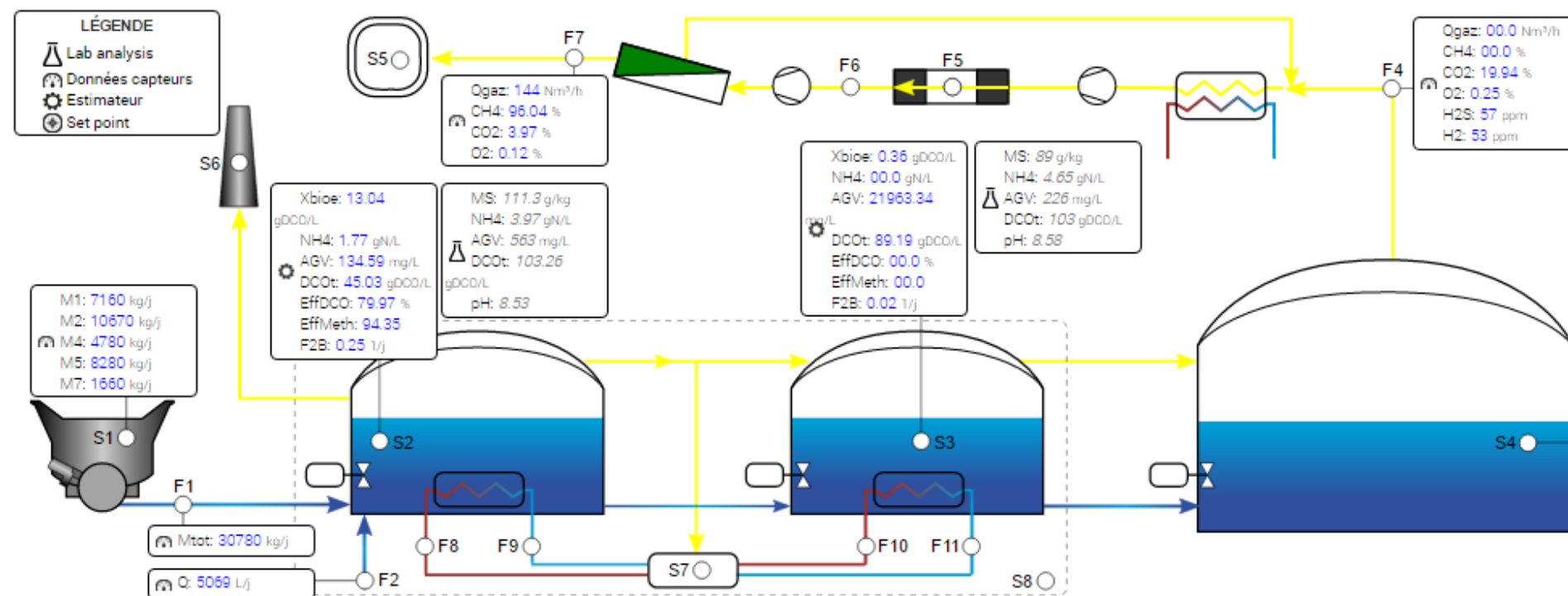
1. Contexte et objectifs
2. Collecte des données
3. Optimiser et sécuriser
4. Optimisation de l'alimentation
5. Conclusions

# 3.1 Optimiser & sécuriser le bioprocédé

## Exemple d'une unité de co-digestion



Exemple de l'unité O'Terres Energies, méthaniseur agricole membre de l'AAMF, co-digestion, procédé MT energie.

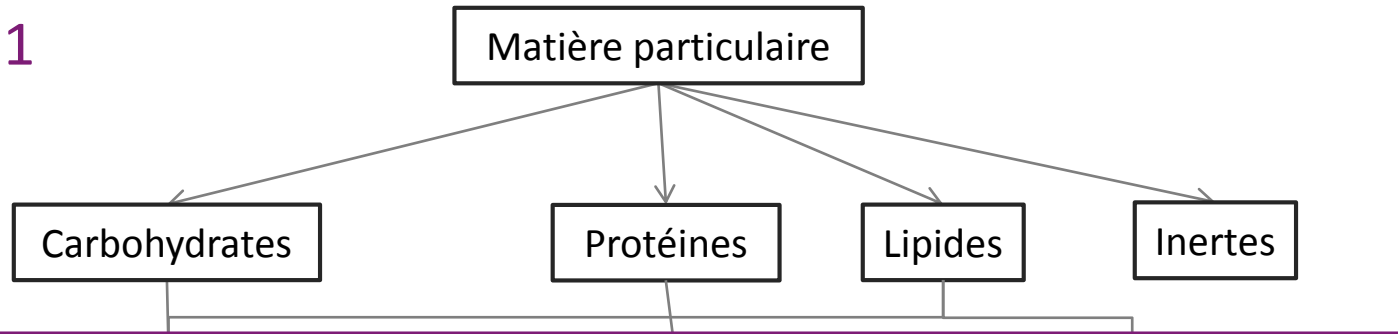


# 3.2 Optimiser & sécuriser le bioprocédé

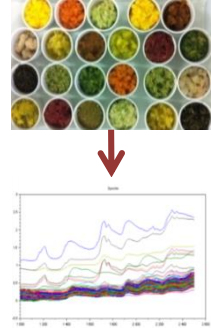
## Modèle ADM1



1



1



Monosaccharides

Acides aminés

Acides gras longues chaines

2

Acides propionique,  
butyrique et valérique

Acide acétique

Dihydrogène

Methane

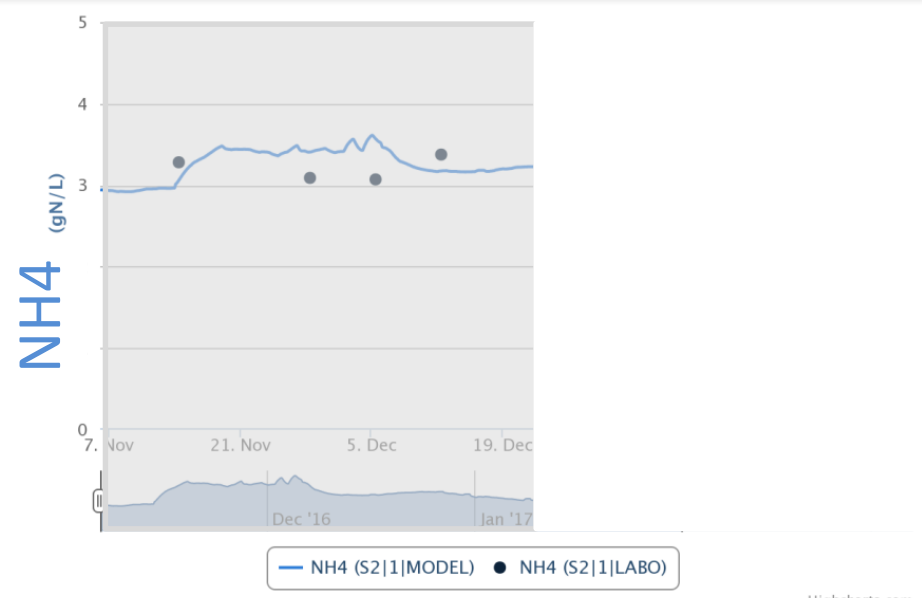
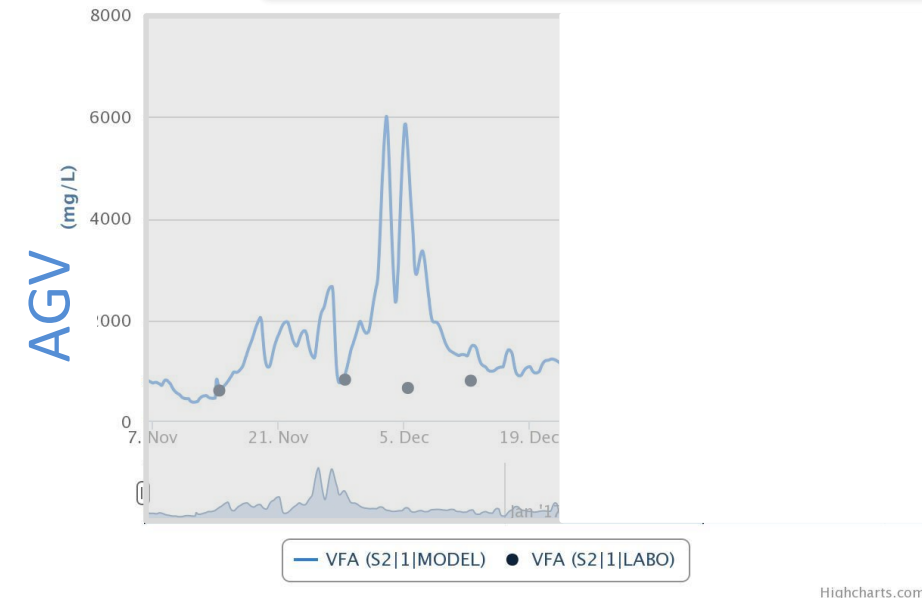
2



# 3.3

## Optimiser & sécuriser le bioprocédé

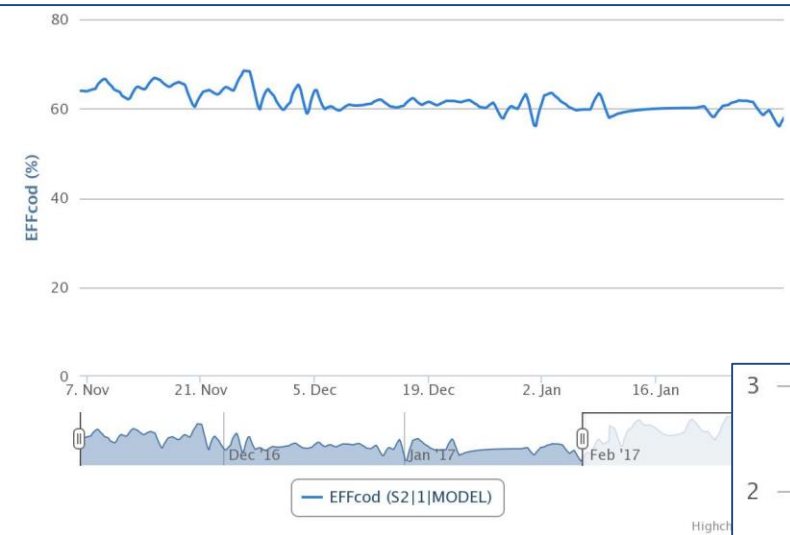
### Calibration & validation du modèle



- Données historiques
- Modèle
- Calibration

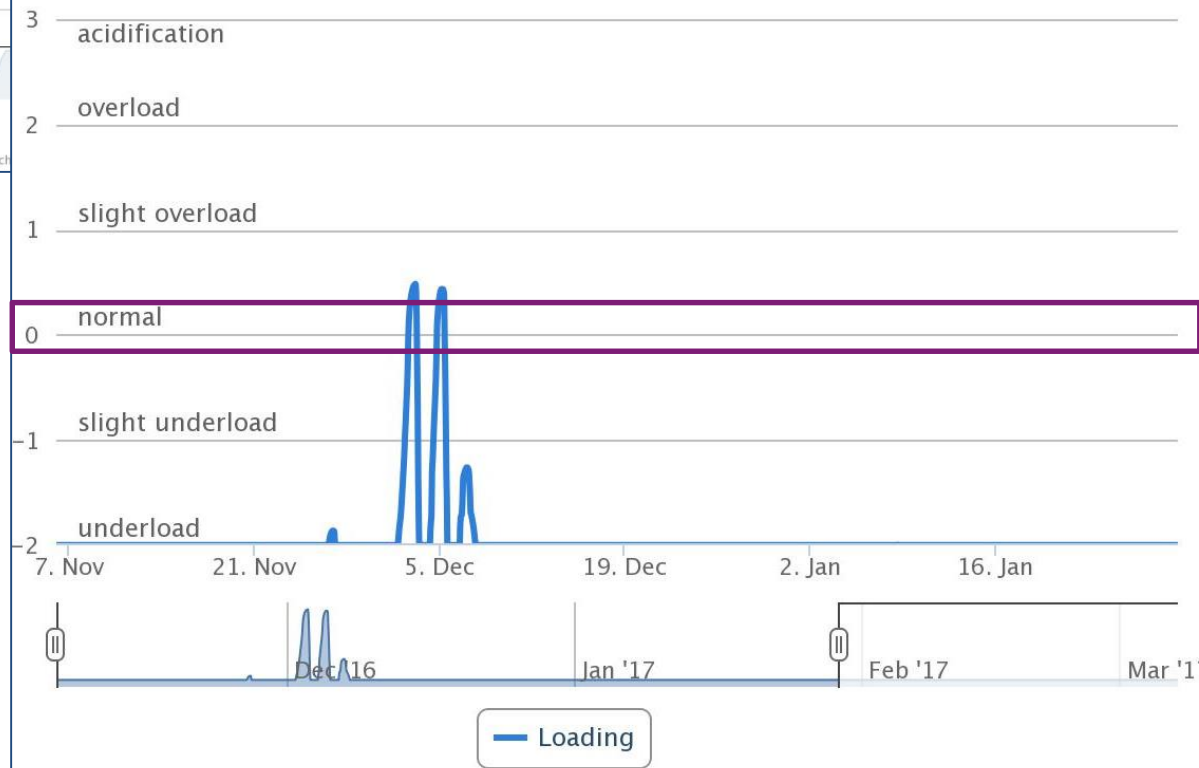
# 3.4 Optimiser & sécuriser le bioprocédé

## MeMo- Calcul d'indicateurs



Abattement en DCO (ratio d'alcalinité, production de méthane, biogas torché...etc)

Risque d'acidification



# 4

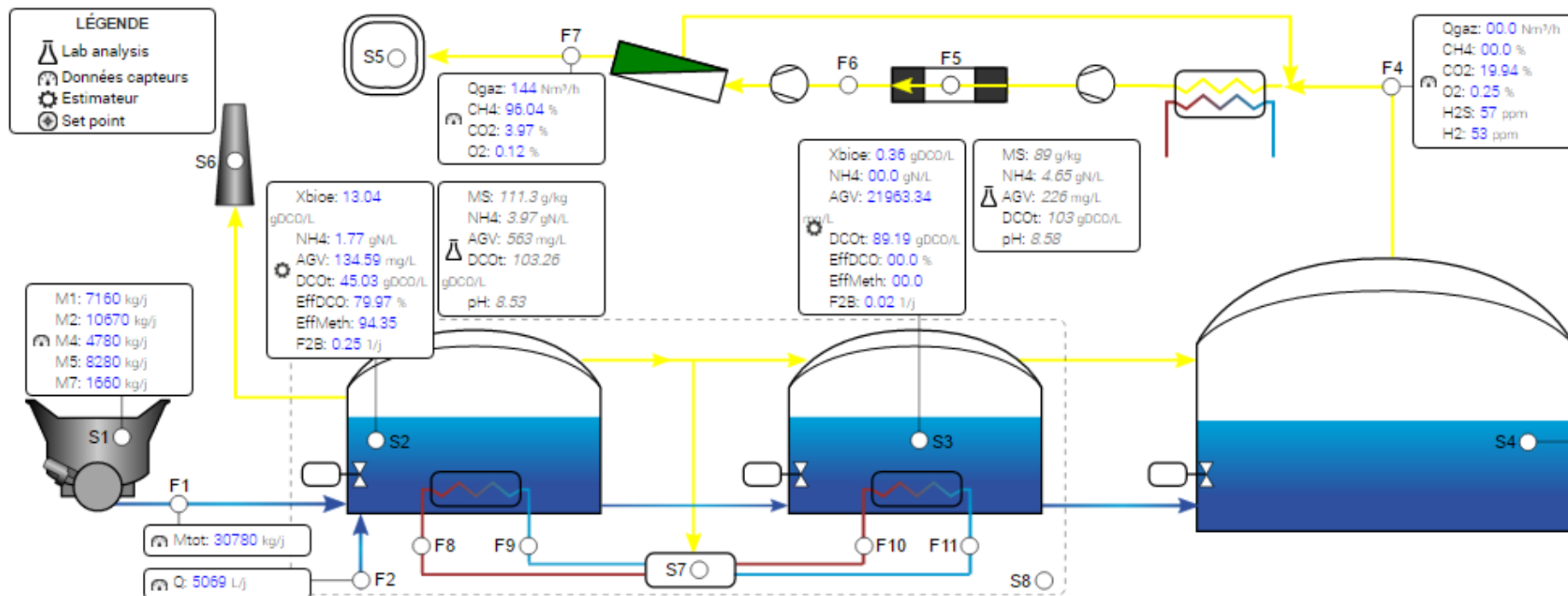
## Optimisation de l'alimentation

1. Contexte et objectifs
2. Collecte des données
3. Optimiser et sécuriser
4. Optimisation de l'alimentation
5. Conclusions

# 4.1 Optimisation de l'alimentation

## Exemple de l'unité O'Terres energies

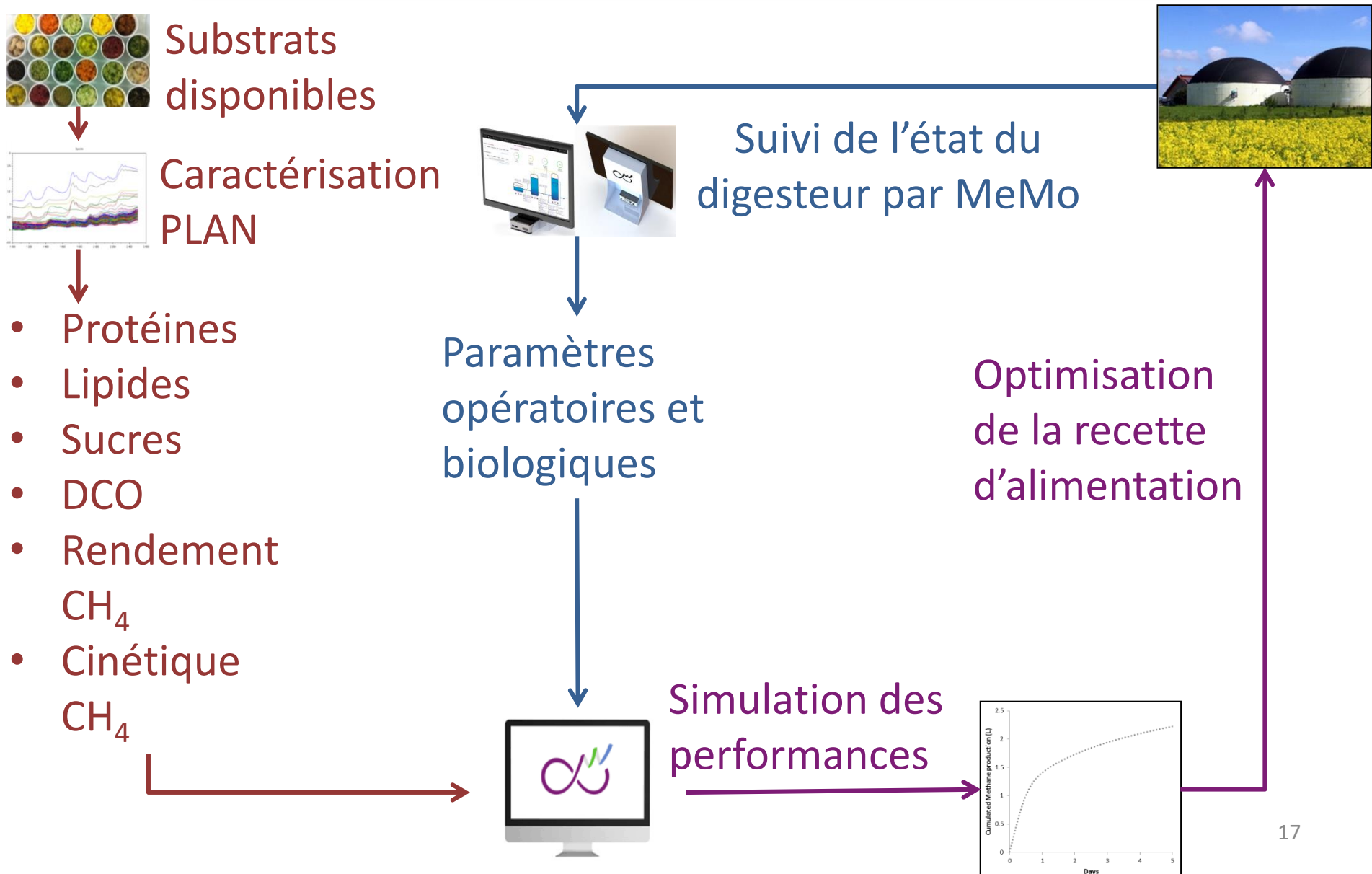
Optimiser la recette pour maximiser la valorisation des substrats et minimiser le risque opératoire, aujourd'hui à 140 Nm<sup>3</sup>/h et demain à 280 Nm<sup>3</sup>/h





# 4.2 Optimisation de l'alimentation

## Du suivi à l'anticipation



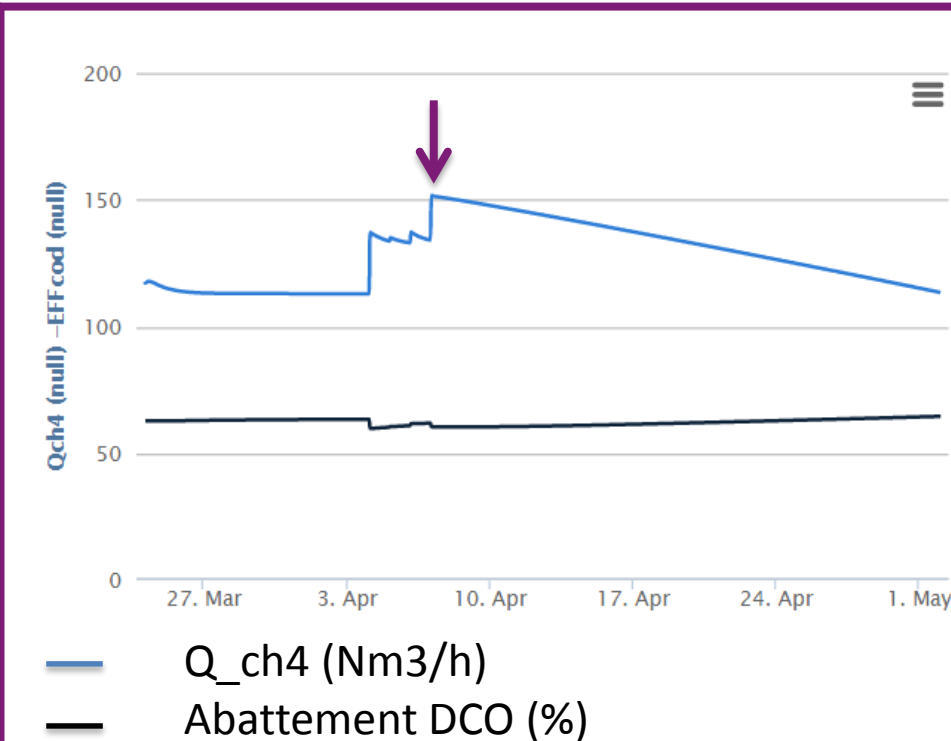
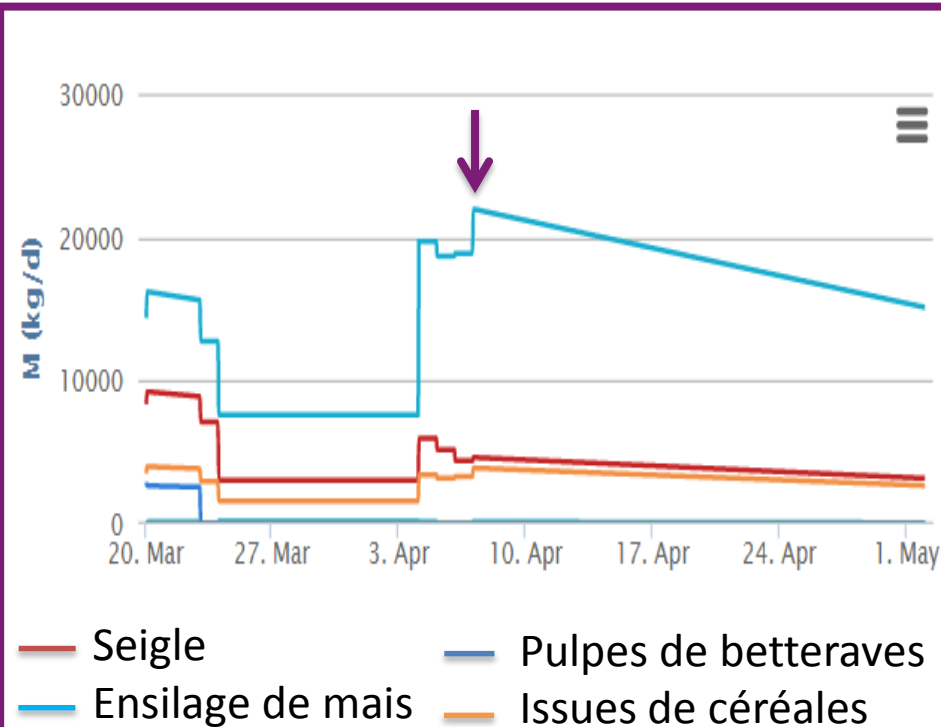
# 4.3 Optimisation de l'alimentation

## MeMo- plan d'alimentation



Recommandation automatisée du plan d'alimentation qui:

- Maximise: Production de méthane, Abattement en DCO
- Minimise: Fonctionnement de la torchère, Risque d'acidification



Plan d'alimentation

Performances prédites

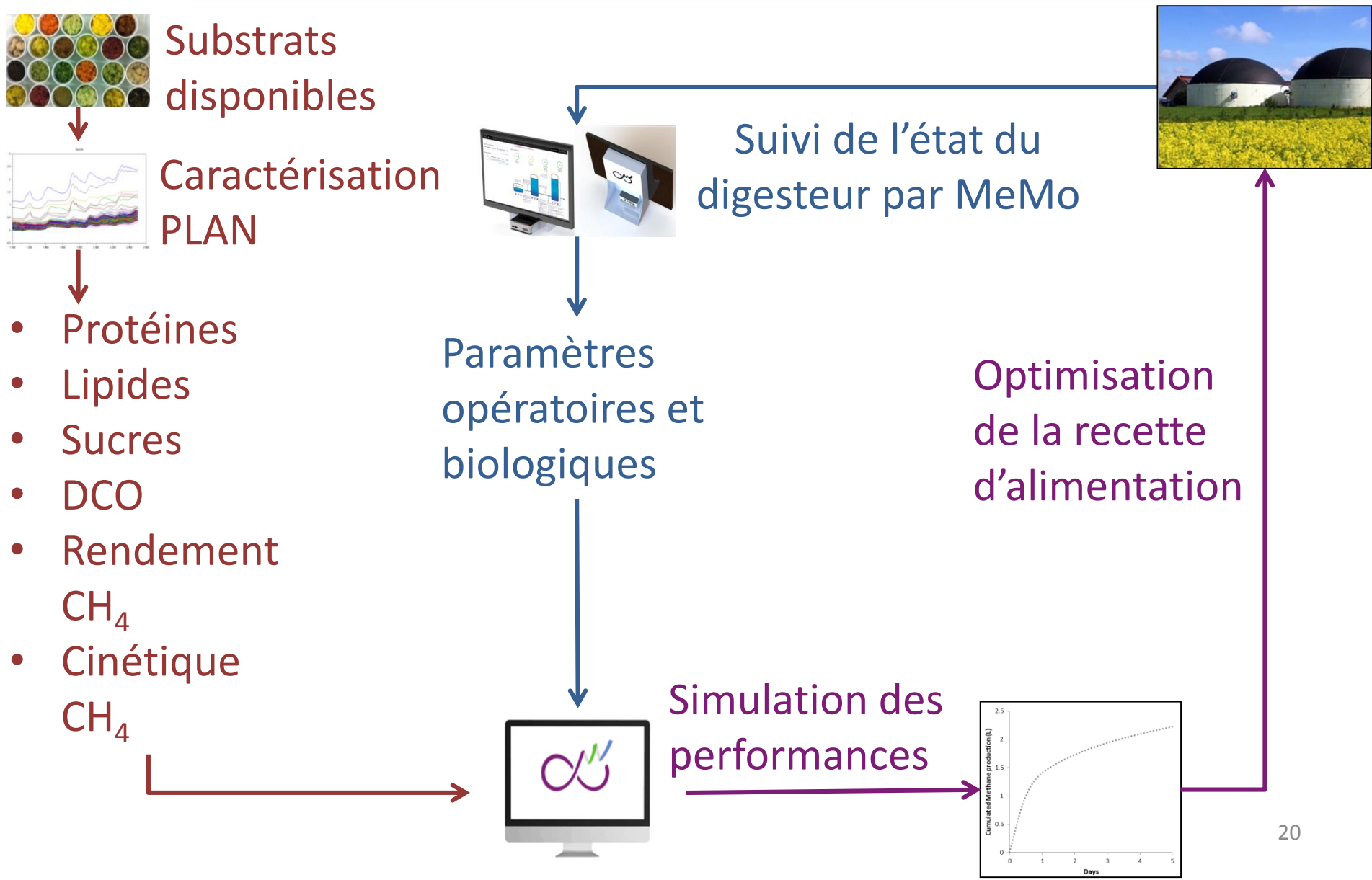
# 5

## Conclusions

1. Contexte et objectifs
2. Collecte des données
3. Optimiser et sécuriser
4. Optimisation de l'alimentation
5. Conclusions

# 5.1 Conclusion





## Suivi et anticipation



# 5.2 Conclusion

## Optimiser la recette d'alimentation

Tester de nouvelles recettes d'alimentation en un click via MeMo\_PLAN

Recettage		
▼	Substrat	Quantité
	Refus de Tamisage	<input type="text" value="22000"/> kg
	Matière stercoraires	<input type="text" value="35000"/> kg
	Boues	<input type="text" value="10000"/> kg
	Graisse hydro	<input type="text" value="5000"/> kg

Affichage résultats de 1 à 4 sur 4 résultats,

► Simulate

## Merci de votre attention

En remerciant:



membre



En remerciant:



Présenté par:

Cyrille Charnier, Docteur ingénieur

✉ [cyrille.charnier@bioentech.eu](mailto:cyrille.charnier@bioentech.eu)

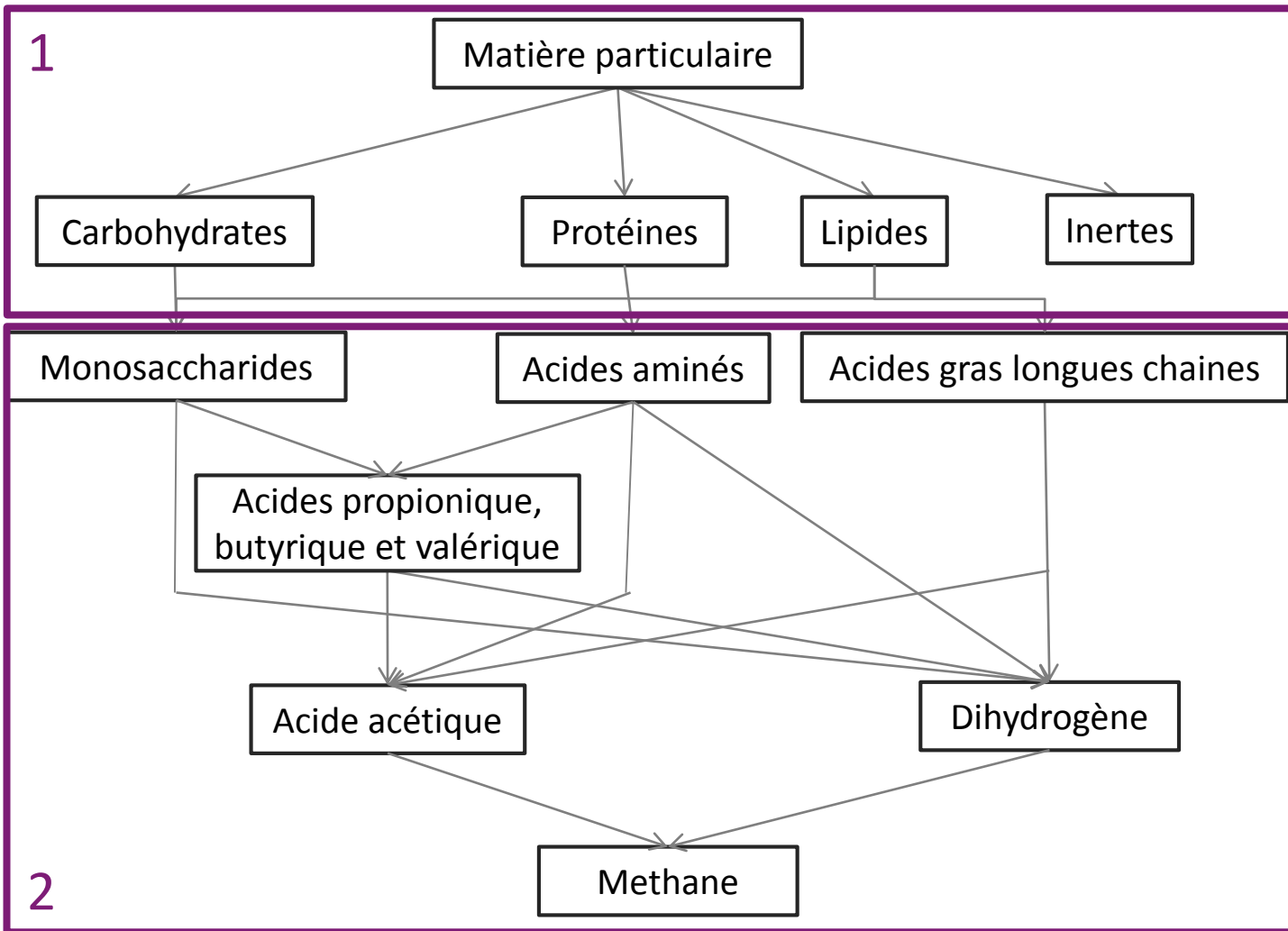
☎ +33 (0)6 84 23 04 17

Issus d'une collaboration:



# 4.3 Optimisation de l'alimentation

## Simulation par le modèle ADM1



1 – test automatique des scénarios d'alimentation

2 – évaluation des performances anticipées des scénarios sur 1 mois

# 2.2 Collecte des données

## MeMo- box



### MeMo-box

Installé sur site

Collecte à la fois les données en ligne  
et hors ligne



### Reseau Industriel

#### Scenario 1: remote export

external data export  
through SFTP, SSH,  
VPN...

secure connection

internal data export  
xls, csv, xml, json...



#### Scenario 2: MeMoBox local

Internet

BioEnTech Cloud



secure connection

secure connection

Admin

Lab operator

Expert

sur Internet

à l'usine