



**HAL**  
open science

## Séparation de phases et digestats : profils d'efficacité basés sur les intrants de digestion anaérobie et le choix du séparateur

Felipe Guilayn, Julie Jimenez, Maxime Rouez, Marion Crest, Dominique Patureau

### ► To cite this version:

Felipe Guilayn, Julie Jimenez, Maxime Rouez, Marion Crest, Dominique Patureau. Séparation de phases et digestats : profils d'efficacité basés sur les intrants de digestion anaérobie et le choix du séparateur. Journées Recherche Innovation Biogaz Méthanisation - JRI 2018, Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA). Rennes, FRA., Oct 2018, Rennes, France. 10.15454/0egj-ss72 . hal-01976248

**HAL Id: hal-01976248**

**<https://hal.science/hal-01976248>**

Submitted on 2 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



# JRI

Journées Recherche Innovation  
Biogaz méthanisation  
2-4 octobre 2018 - RENNES

## Séparation de phases et digestats: profils d'efficacité basés sur les intrants de digestion anaérobie et le choix du séparateur

Felipe GUILAYN (SUEZ/INRA)

[felipe.guilayn@suez.com](mailto:felipe.guilayn@suez.com)

Julie JIMENEZ (INRA)

Maxime ROUEZ (SUEZ)

Marion CREST (SUEZ)

Dominique PATUREAU (INRA)

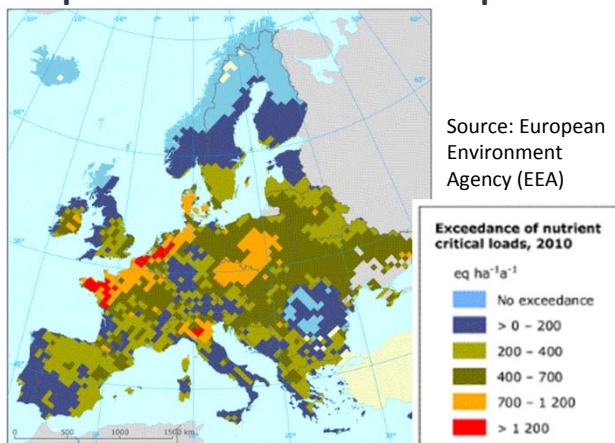


JRI Biogaz méthanisation - 3 octobre 2018

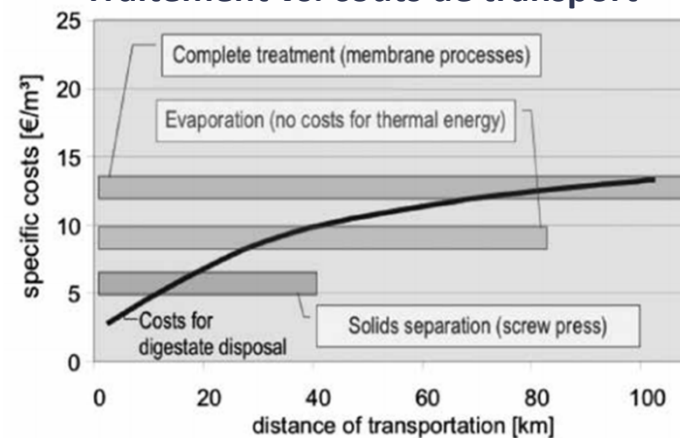
1

## Le challenge digestat

### Dépassement des charges critiques en nutriments en Europe



### Traitement vs. coûts de transport



Source: Fuchs, W., & Drosig, B. (2013)

### ... non négligeable (et non exhaustif)

- Absence de législation spécifique → statut déchet
- Variabilité temporelle, acceptation du public, contaminants, pathogènes, émissions de gaz,...

Nkoa, R., 2014. Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. Agron. Sustain. Dev. 34, 473–492.

Dahlin, J., Nelles, M., Herbes, C., 2017. Biogas digestate management: Evaluating the attitudes and perceptions of German gardeners towards digestate-based soil amendments. Resour. Conserv. Recycl. 118, 27–38.

Dahlin, J., Herbes, C., Nelles, M., 2015. Biogas digestate marketing: Qualitative insights into the supply side. Resour. Conserv. Recycl. 104, 152–161.

# Une meilleure gestion du digestat grâce à la séparation des phases

Comme un traitement en soi<sup>1-5</sup>

## Fraction solide

- ✓ Moins d'eau = ↓€ transport
- ✓ Peut contribuer à la structuration du sol
- ✓ « Riche en P »
- ✓ Empilable

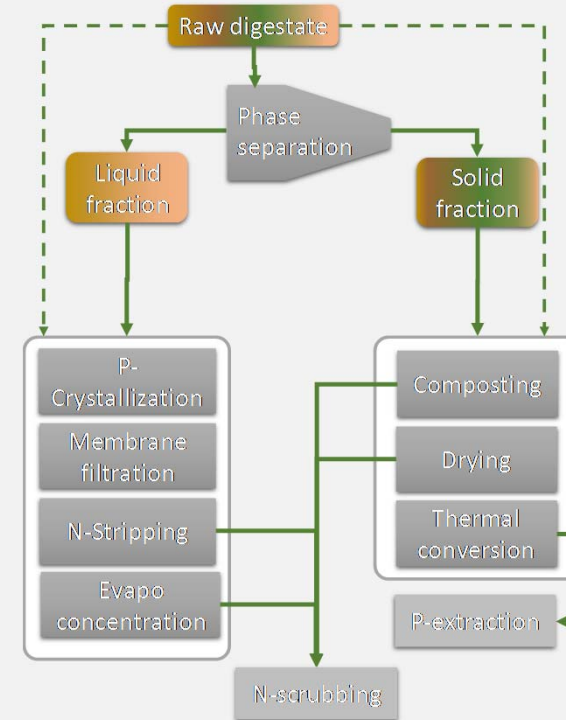
≈ *Amendement organique riche en P*

## Fraction liquide

- ✓ Augmentation TAN/TN = ↑ accessibilité du N
- ✓ Meilleur infiltration sur sol
- ✓ « Riche en N et K »
- ✓ Pompable et injectable

≈ *Engrais organo-minéral N/K*

Première étape pour les traitements avancés



1) Liedl et al. 2006. 2) Lebuf et al 2013. 3) Möller and Müller 2013 4) Smith et al 2007. 5) Fuchs and Drosig, 2013

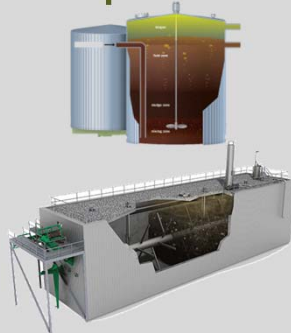
Adapté de Vaneekhaute et. al (2016)

## Problématique

**Intrants DA:**  
Divers déchets  
organiques



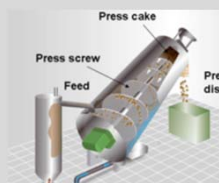
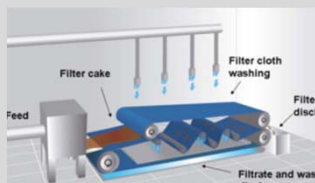
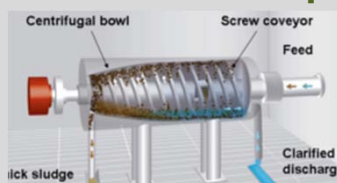
**Digestion Anaérobie:**  
Divers procédés



**Digestat:**  
Qualité variée



**Séparation:**  
Equipements divers



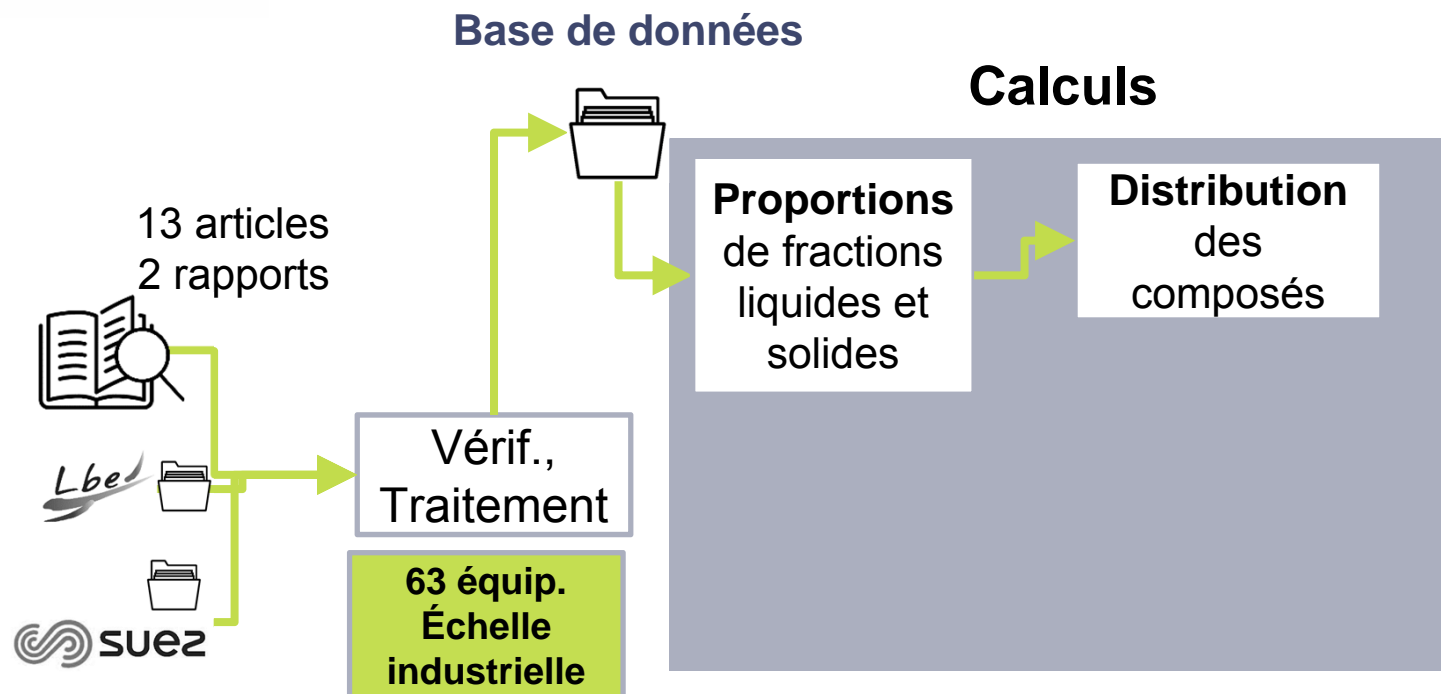
Hjorth et al. 2010

Scénario de prise  
de décision difficile



Trouver des **indicateurs** de séparation de phases pour une meilleure description des **performances** et une **évaluation** du **bilan de masse**

## Méthode: vision globale



# Méthode: calcul des distributions

$$p_{FS} = \frac{[MS]_{IN} - [MS]_{FL}}{[MS]_{FS} - [MS]_{FL}}$$

$$X_{FS,distrib} = \frac{[X]_{FS} \cdot p_{FS}}{[X]_{IN}}$$

MS: Matière sèche. FS: fraction solide. FL: fraction liquide. IN: input  
 [X]: concentration composé X (w/w)  
 p<sub>FS</sub> : proportion de la fraction solide (w/w)  
 X<sub>FS,distrib</sub> : distribution du composé X dans la fraction solide (w/w)

## Hypothèses:

- Conservation de masse
- Pas de transformations lors de la séparation
- Vol. négligeable dans le séparateur

## Problèmes de bouclage du bilan:

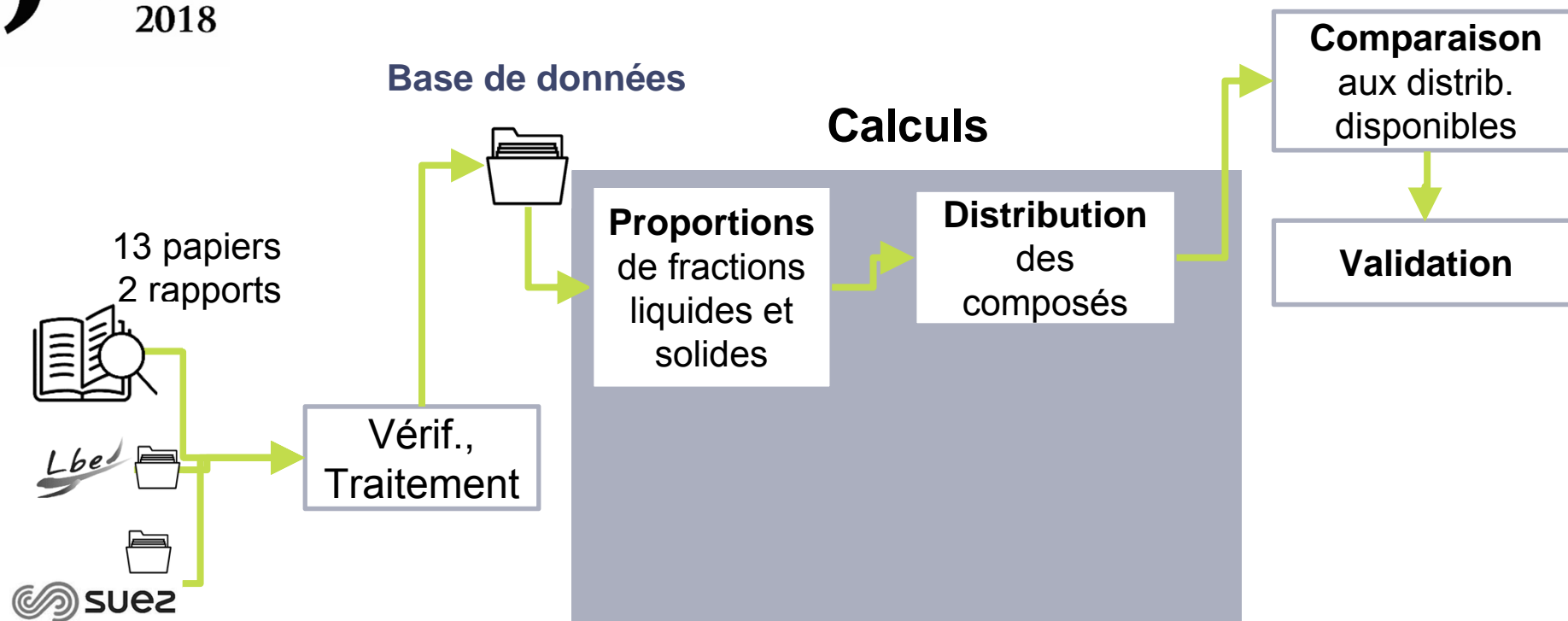
- Pertes et transformations pendant la séparation
  - Echantillonnage: méthode, heure et lieu
  - Pour les espèces ioniques,
- dans de nombreux cas:

$$[X]_{IN} \approx [X]_{FS} \approx [X]_{FL}$$

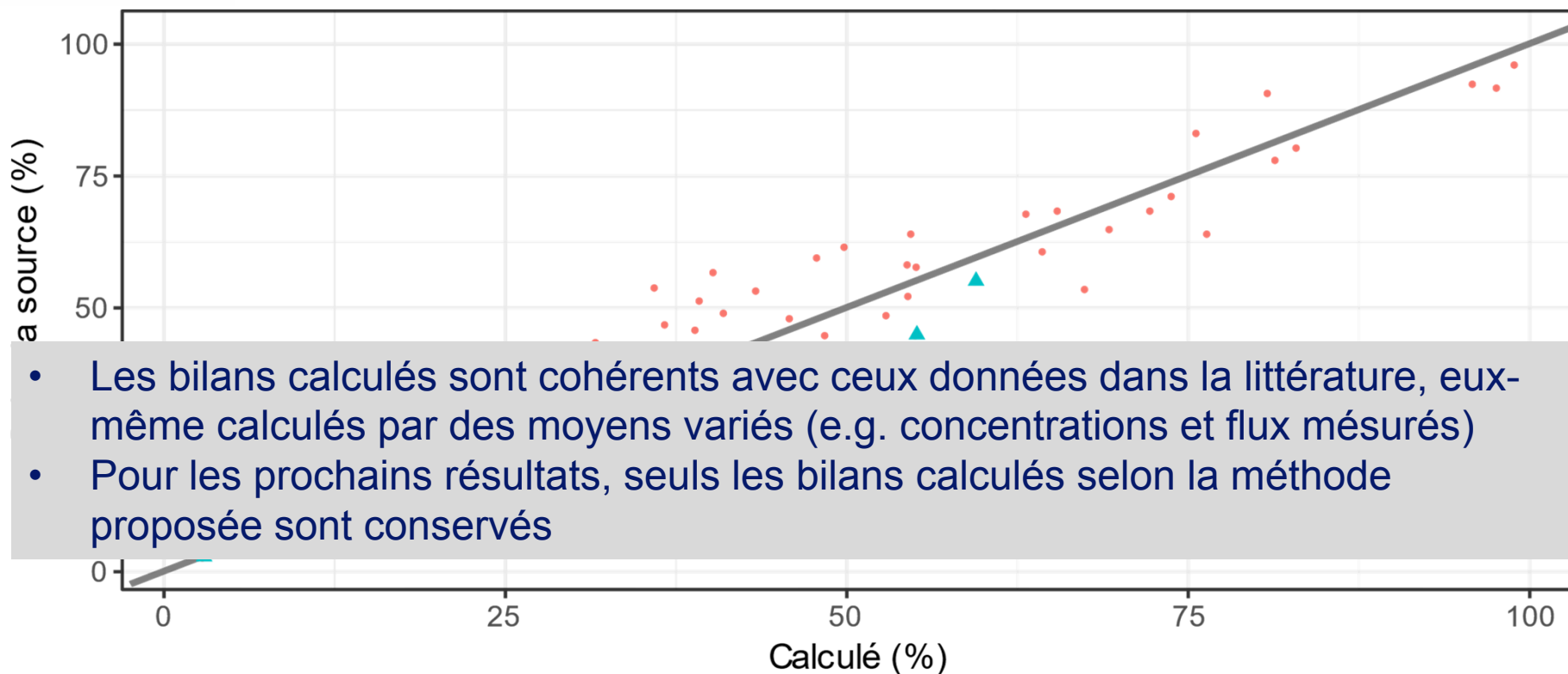
- Erreurs analytiques



## Méthode: vision globale



## Résultats: Validation du calcul des distributions



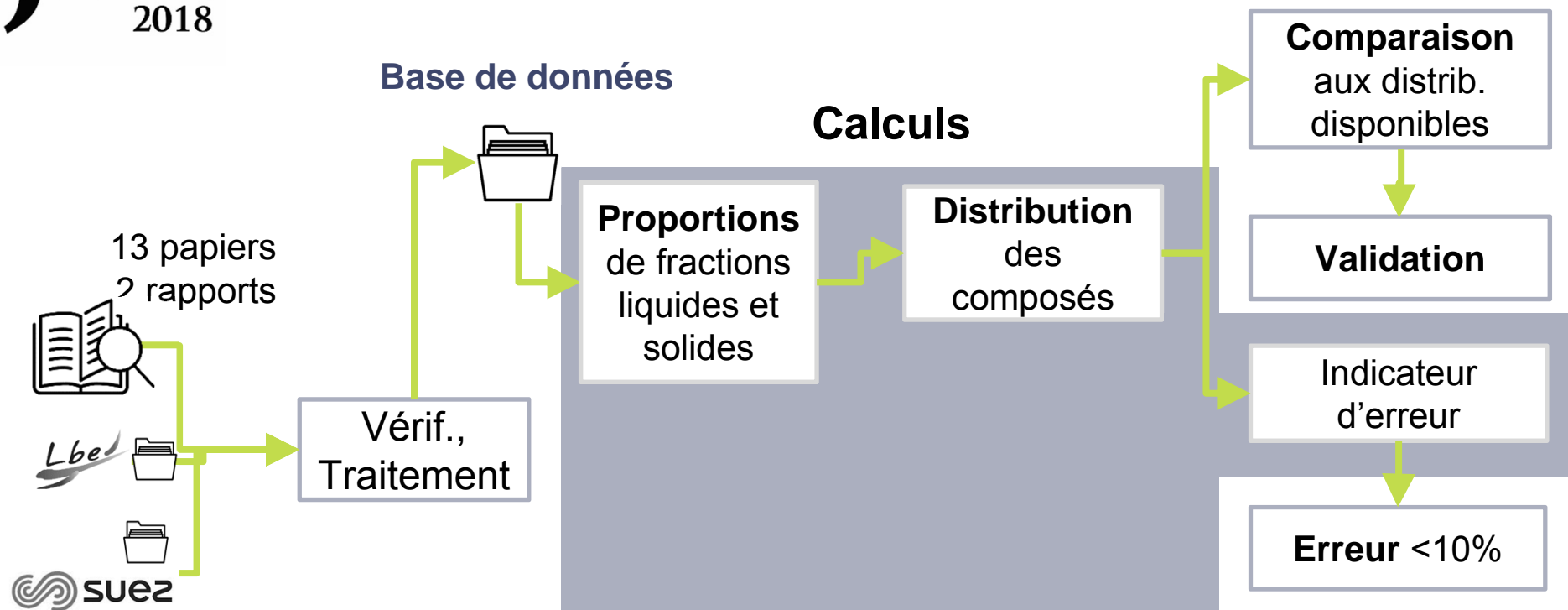
- Les bilans calculés sont cohérents avec ceux donnés dans la littérature, eux-même calculés par des moyens variés (e.g. concentrations et flux mesurés)
- Pour les prochains résultats, seuls les bilans calculés selon la méthode proposée sont conservés

● Distribution des composant dans la fraction solide    ▲ Proportion de la fraction solide    — x = y

$$y = 0,96 x + 0,018$$

$$R^2 = 0,96. RMSE = 2,9 \%$$

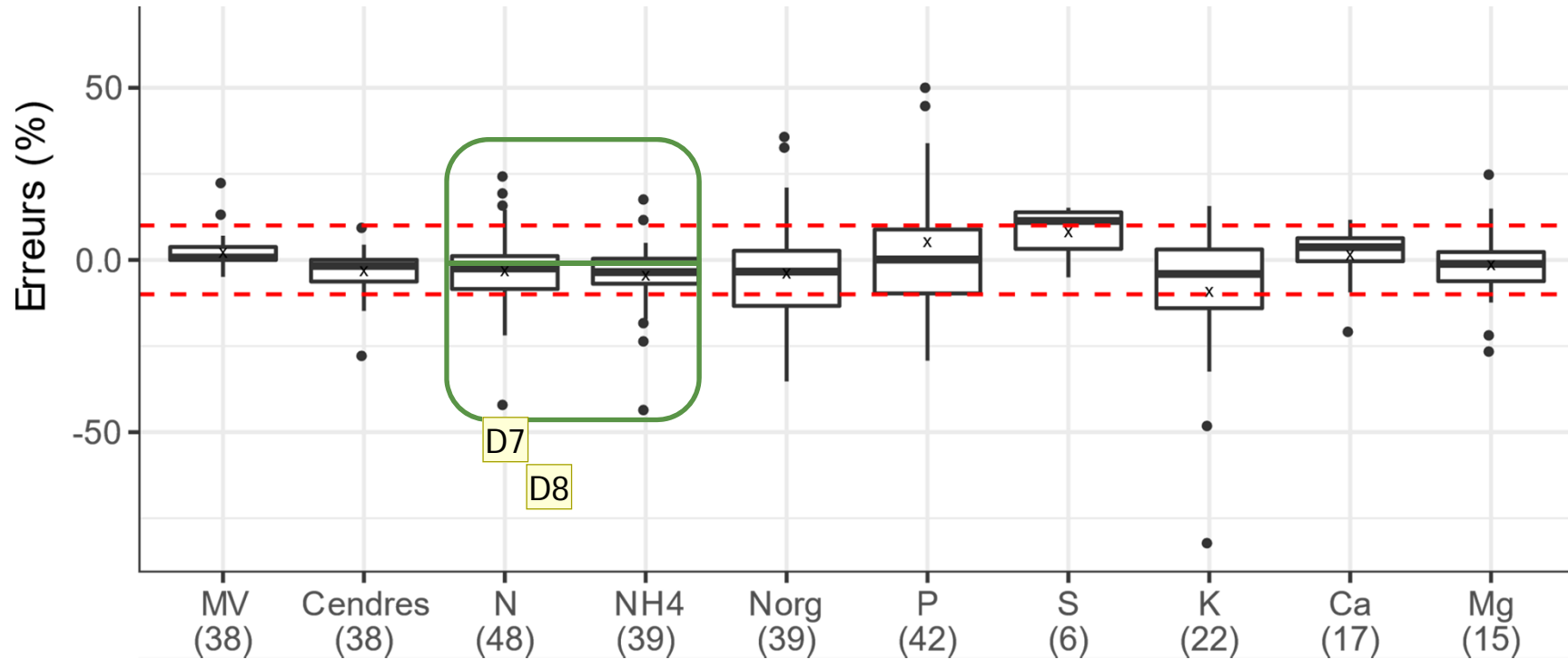
## Méthode: vision globale



# Résultats

## Erreur dans les distributions calculées

- La plupart des balances se situent dans le seuil arbitraire d'erreur de  $\pm 10\%$
- Les erreurs de TN et TAN sont significativement négatives  $\rightarrow$  Pertes lors de la séparation?



## Diapositive 11

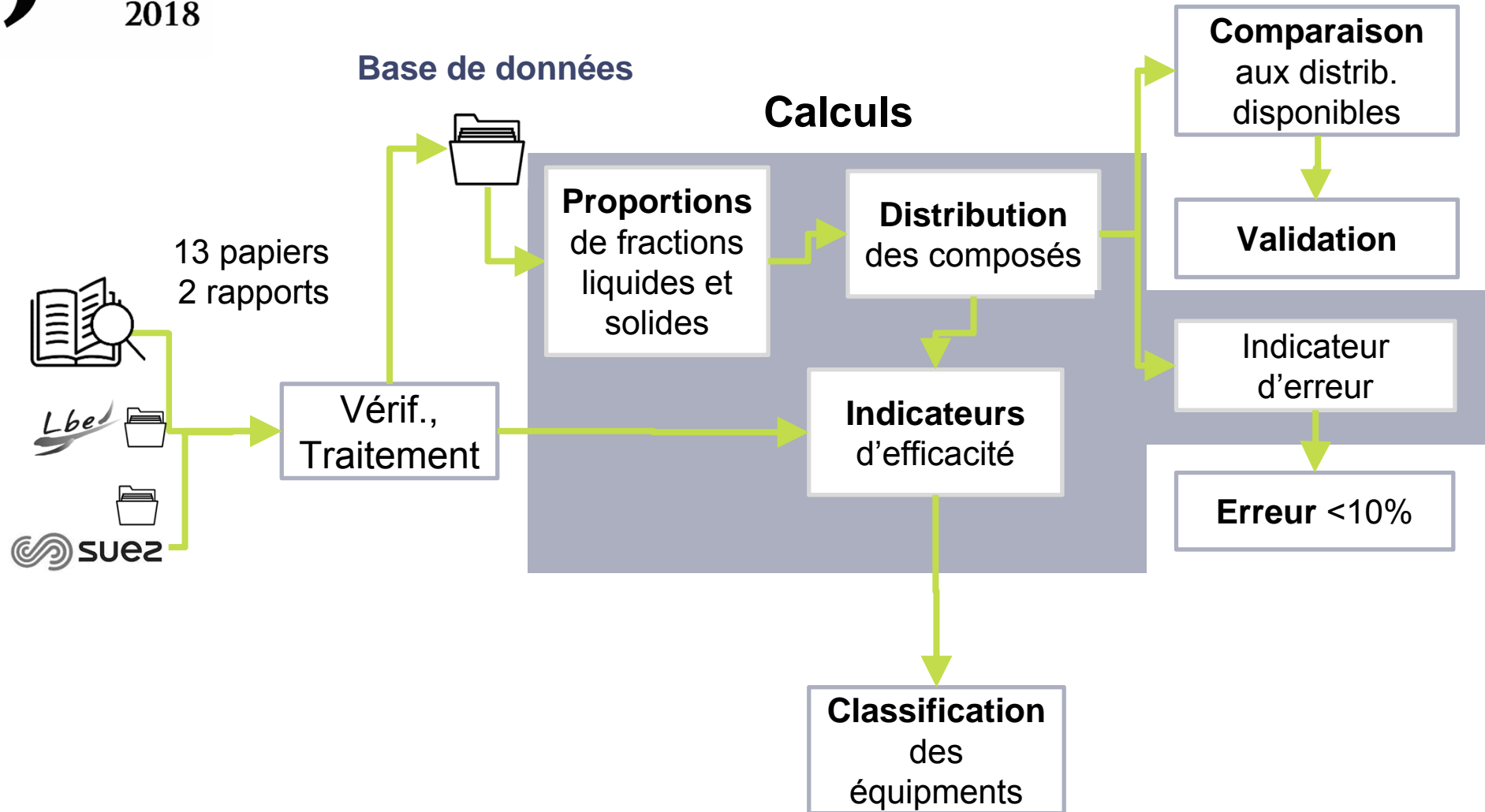
---

- D7** bilans de masse  
Domi; 20/09/2018
- D8** les entourer avant de conclure  
et du coup erreurs sur S est significativement positive, non ???  
Domi; 20/09/2018

Comment citer ce document :

Guilayn, F. (Auteur de correspondance), Jimenez, J., Rouez, M., Crest, M., Patureau, D. (Directeur) (2018). Séparation de phases et digestats : profils d'efficacité basés sur les intrants de digestion anaérobie et le choix du séparateur. Presented at Journées Recherche Innovation Bio gaz Méthanisation - JRI 2018. Rennes. FRA (2018-10-02 - 2018-10-04).

## Méthode: vision globale



# Méthode: Indicateurs d'efficacité

$$\text{Eff}_1 = 1 - \frac{[X]_{\text{FL}}}{[X]_{\text{IN}}}$$

$$\text{Eff}_2 = X_{\text{FS,distrib}}$$

Hjorth et al., 2010; Møller, 2000

## X = Matière sèche

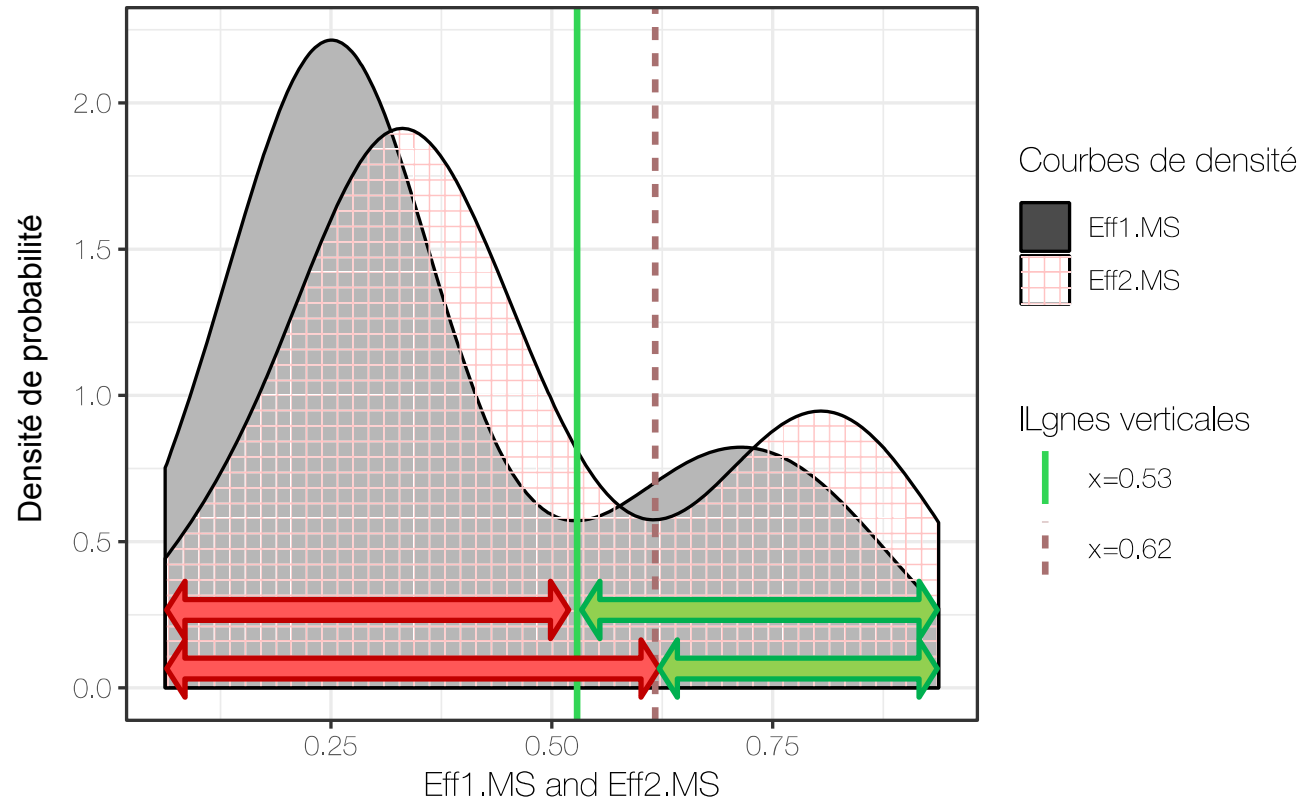
- La production d'une fraction solide la plus sèche possible est un objectif commun des unités de séparation de phases
- La matière sèche est une analyse simple, précise et fiable

# Résultats: Catégories d'efficacité

Deux groupes de valeurs bien définis

Les deux indicateurs ont conduit à la même classification dans tous les cas sauf deux.

Distribution des valeurs d'efficacité



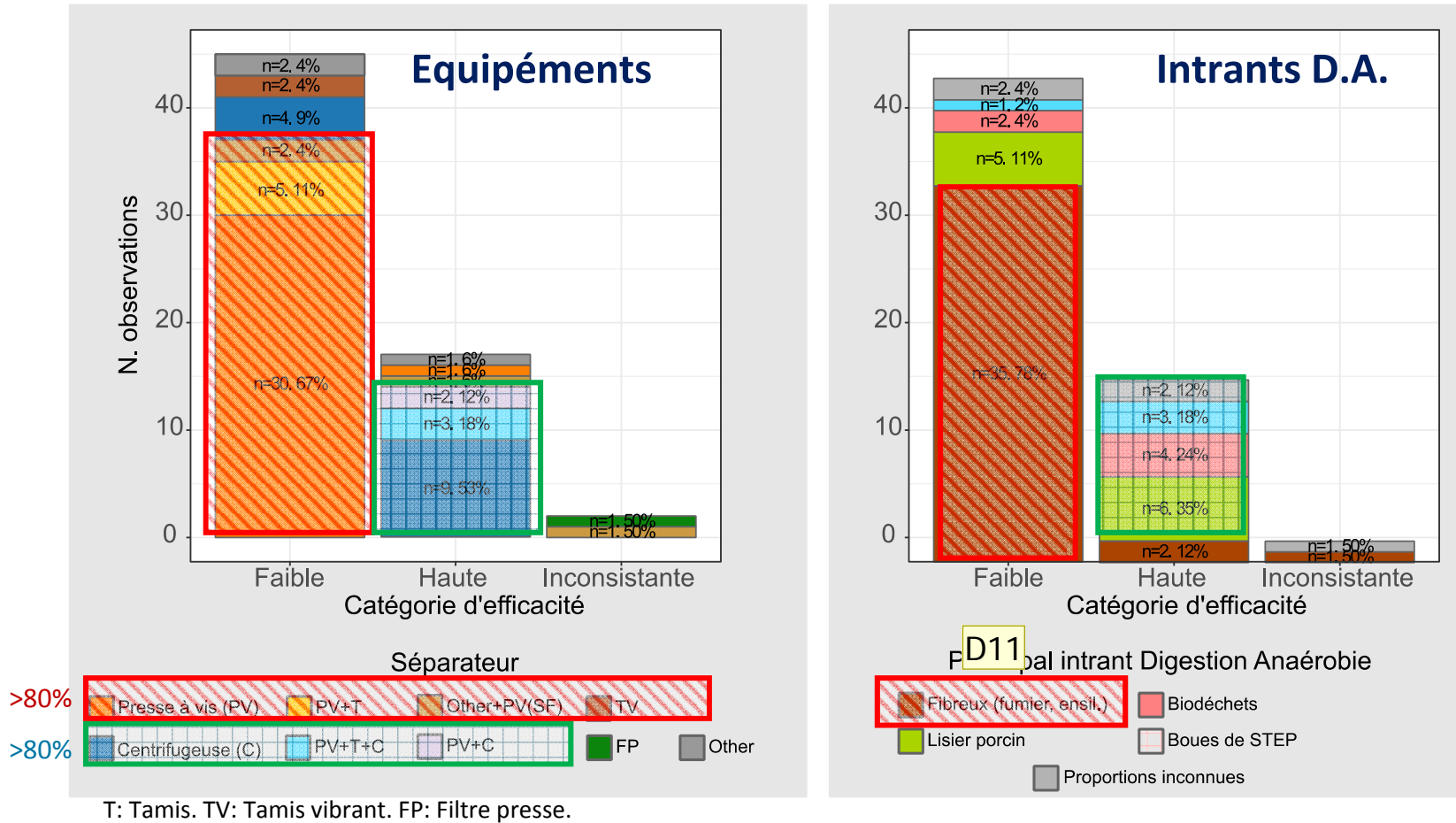
« Faible efficacité »

« Haute efficacité »



# Résultats: Catégories d'efficacité selon...

Version postprint



## Diapositive 15

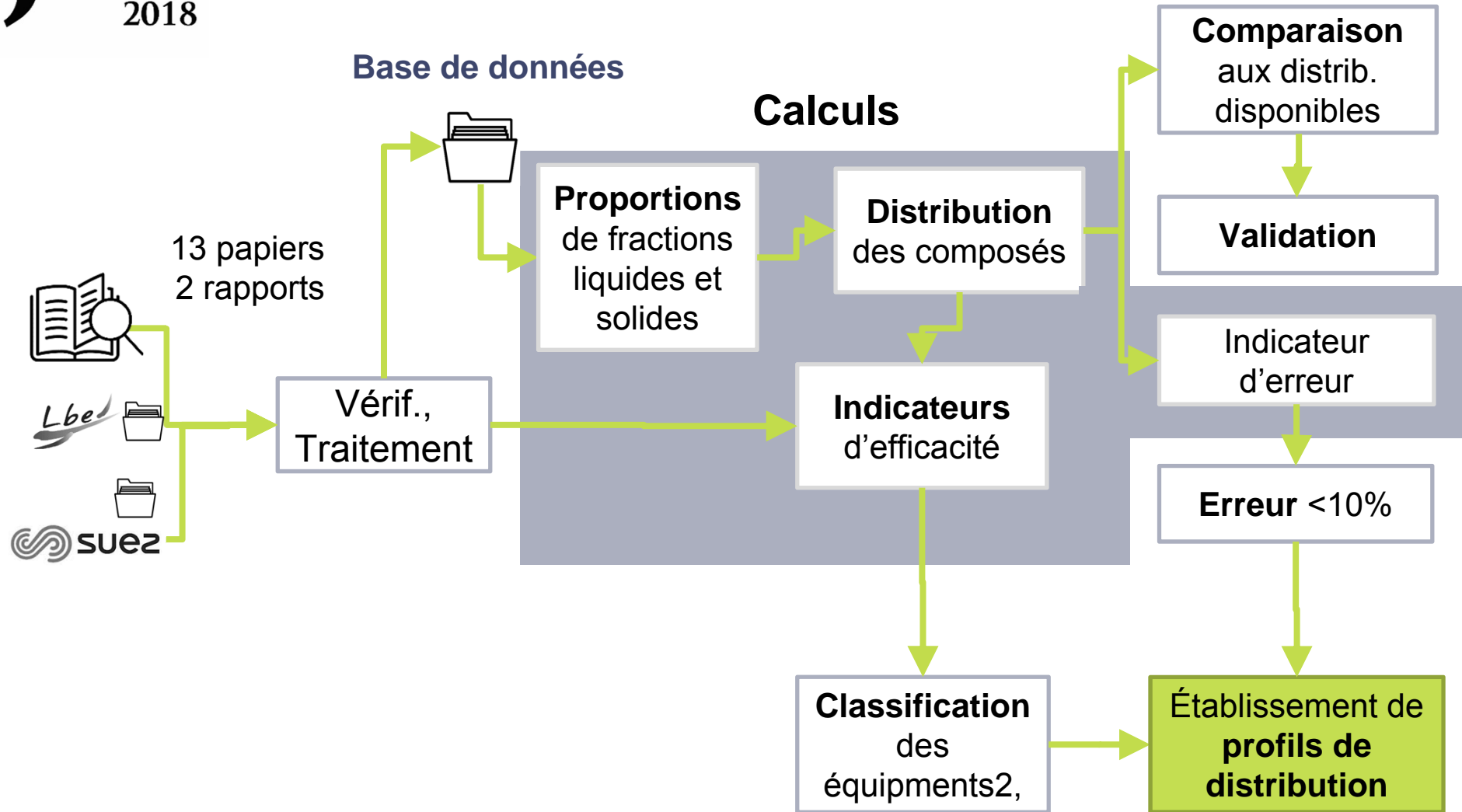
---

**D11** principal à corriger sur la figure "intrants"  
Domi; 20/09/2018

Comment citer ce document :

Guilayn, F. (Auteur de correspondance), Jimenez, J., Rouez, M., Crest, M., Patureau, D. (Directeur) (2018). Séparation de phases et digestats : profils d'efficacité basés sur les intrants de digestion anaérobie et le choix du séparateur. Presented at Journées Recherche Innovation Biogaz Méthanisation - JRI 2018. Rennes. FRA (2018-10-02 - 2018-10-04).

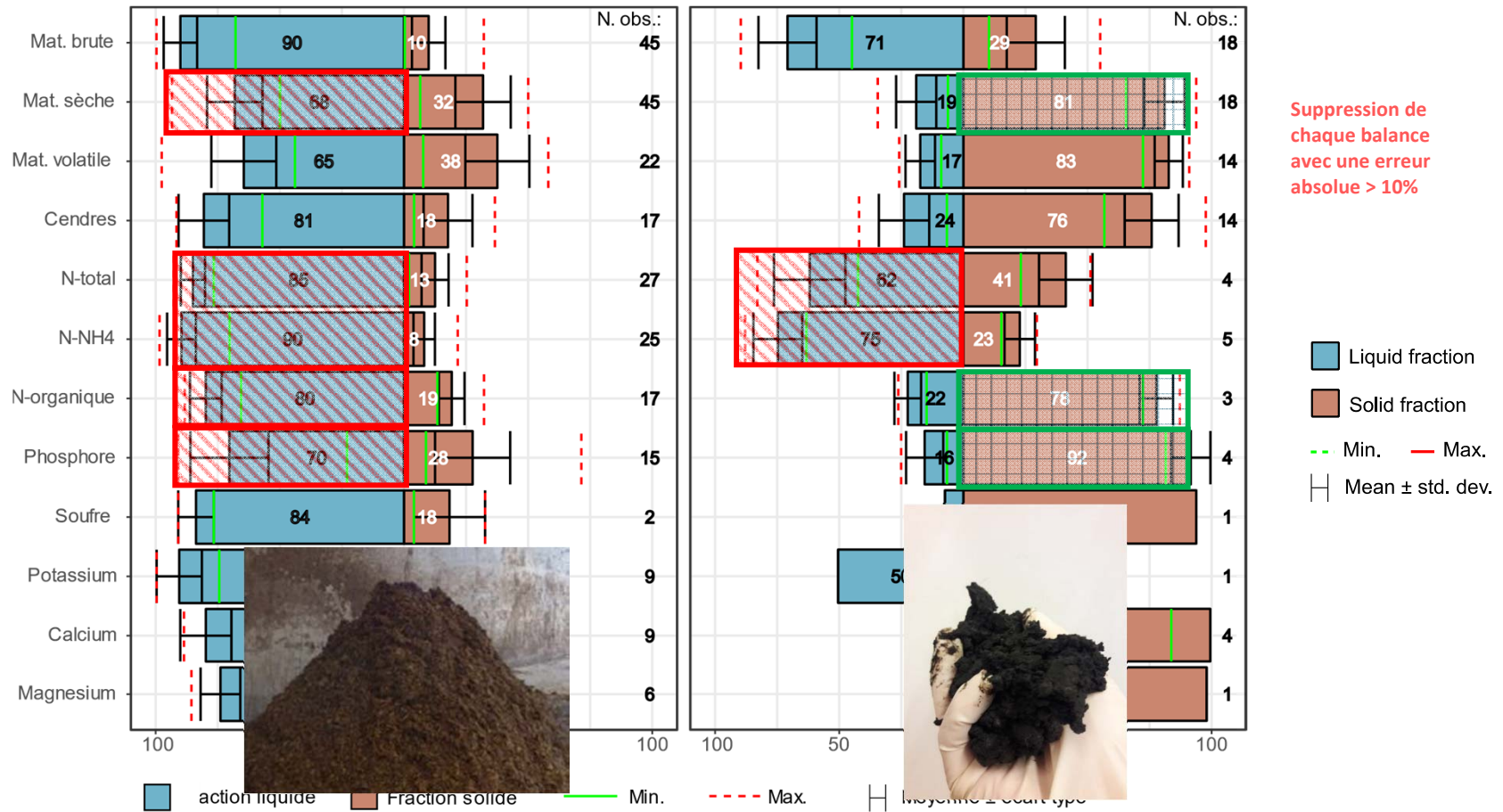
## Méthode: vision globale



# Résultats: Profils de distribution

« Faible efficacité »

« Haute efficacité »



## Diapositive 17

---

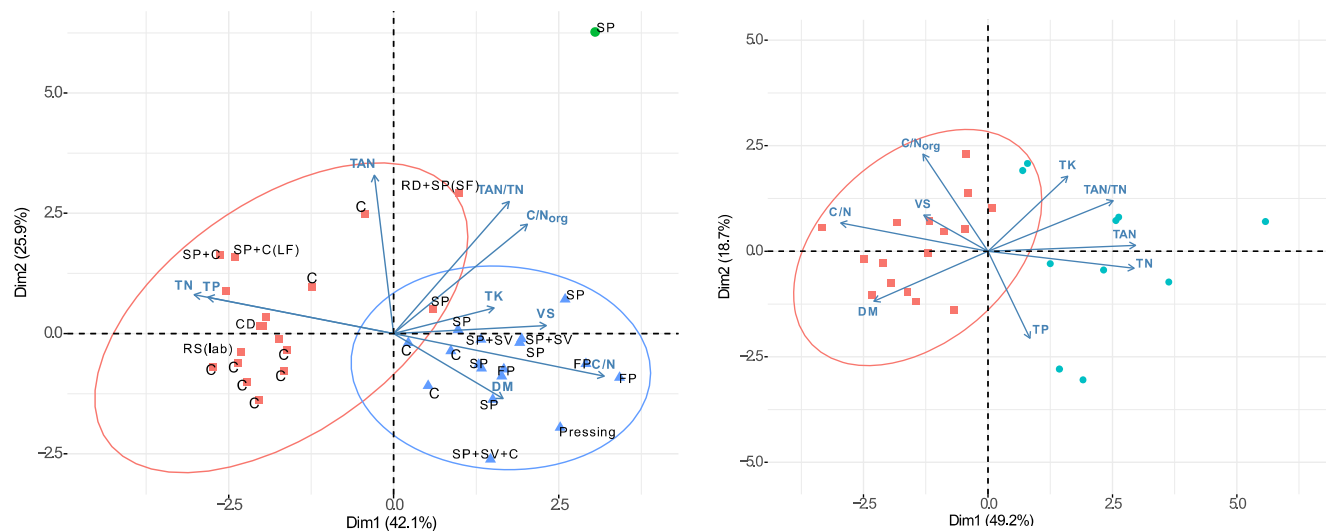
**D12** distribution car dans le schéma précédent

Domi; 20/09/2018

Comment citer ce document :

Guilayn, F. (Auteur de correspondance), Jimenez, J., Rouez, M., Crest, M., Patureau, D. (Directeur) (2018). Séparation de phases et digestats : profils d'efficacité basés sur les intrants de digestion anaérobie et le choix du séparateur. Presented at Journées Recherche Innovation Bio gaz Méthanisation - JRI 2018. Rennes. FRA (2018-10-02 - 2018-10-04).

## Qualité des fractions liquides et solides



### Suivez nos mises à jour:

Guilayn et al. (2018). **First fertilizing-value typology of digestates: a decision-making tool for regulation**  
 Guilayn et al. (2018). **Digestate mechanical separation: efficiency profiles based on Anaerobic Digestion feedstock and equipment choice**

En cours de publication

## Conclusions

- Les distributions de composés peuvent être estimées sans une mesure réelle des flux.
- Pour tout équipement, l'azote total des digestats est principalement destiné à la fraction liquide, car **D14** présent principalement sous forme ammoniacal.
- Généraliser un fractionnement du P (fraction solide) et du N (fraction liquide) peut être faux :
  - 1) Le N organique suit l'efficacité de la séparation des fractions solides. Certains digestats sont fortement concentrés en N-organique.
  - 2) Seuls les équipements performants arrivent à concentrer le P de façon efficace dans la fraction solide.

## Diapositive 19

---

D14 pas compris ??  
Domi; 20/09/2018

Comment citer ce document :

Guilayn, F. (Auteur de correspondance), Jimenez, J., Rouez, M., Crest, M., Patureau, D. (Directeur) (2018). Séparation de phases et digestats : profils d'efficacité basés sur les intrants de digestion anaérobie et le choix du séparateur. Presented at Journées Recherche Innovation Biogaz Méthanisation - JRI 2018. Rennes. FRA (2018-10-02 - 2018-10-04).



## Stratégie pour une meilleure estimation de la séparation des phases

### Si vous avez accès à des données analytiques sur les trois fractions (composés non ioniques)

Calculer des indicateurs d'efficacité → Choisir le profil de distribution correspondant

### Si vous connaissez au moins le type d'équipement (centrifugeuse ou presse à vis)

- Considérer un profil d'« haute performance » pour les centrifugeuses (si pas d'intrants fibreux ou grosses particules)
- Considérer un profil de « faible performance » pour les presses à vis

### Si vous avez des informations uniquement sur les intrants et le procédé de DA:

- Les presses à vis sont principalement utilisées pour les digestats fibreux et hautement solides (TS > 10%)
- Les centrifugeuses sont principalement utilisées pour les digestats non fibreux avec un DM < 10%.
- Envisagez de combiner les deux séparateurs: presse à vis + centrifugation de la fraction liquide
- Centrifugeuses: CAPEX et OPEX plus élevés → utilisé par les installations traitant > 3-5 kT / an de digestat

### Attention

C'est une approche très simpliste, utile pour les premières étapes de l'étude.

- × La séparation mécanique, en particulier la centrifugation, peut nécessiter un traitement préalable (par exemple, tamisage)
- × Modèles, configuration, conditionnement du digestat et performances spécifiques ne sont pas pris en compte
- × L'idée de « haute » et « faible » performance est relative (≠ coûts et ≠ applications)

## Diapositive 20

---

**D15** préconisations pour choisir un type de séparateur ???  
Domi; 20/09/2018

Comment citer ce document :

Guilayn, F. (Auteur de correspondance), Jimenez, J., Rouez, M., Crest, M., Patureau, D. (Directeur) (2018). Séparation de phases et digestats : profils d'efficacité basés sur les intrants de digestion anaérobie et le choix du séparateur. Presented at Journées Recherche Innovation Biogaz Méthanisation - JRI 2018. Rennes. FRA (2018-10-02 - 2018-10-04).

Merci !!  
Des questions ?



JRI Biogaz méthanisation - 3 octobre 2018

