



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

Julie JIMENEZ (INRA)

Maxime ROUEZ (SUEZ)

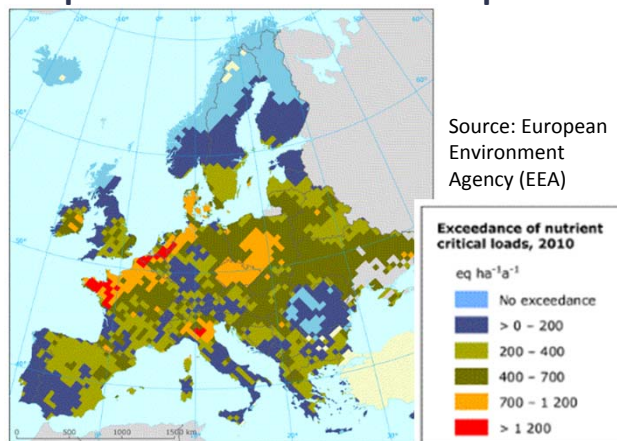
Marion CREST (SUEZ)

Dominique PATUREAU (INRA)

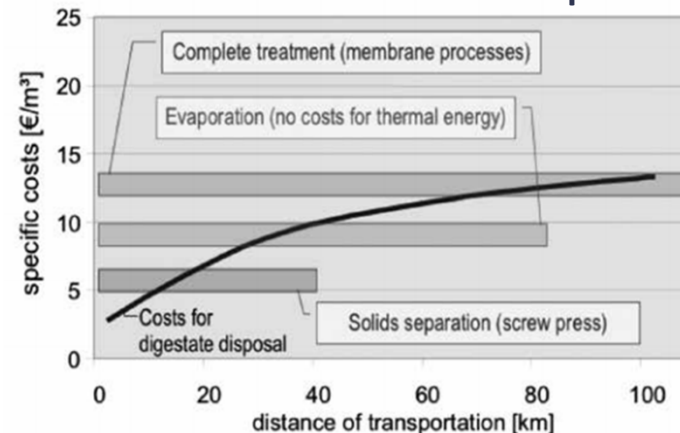


Le challenge digestat

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 soi¹⁻⁵

Fraction solide

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

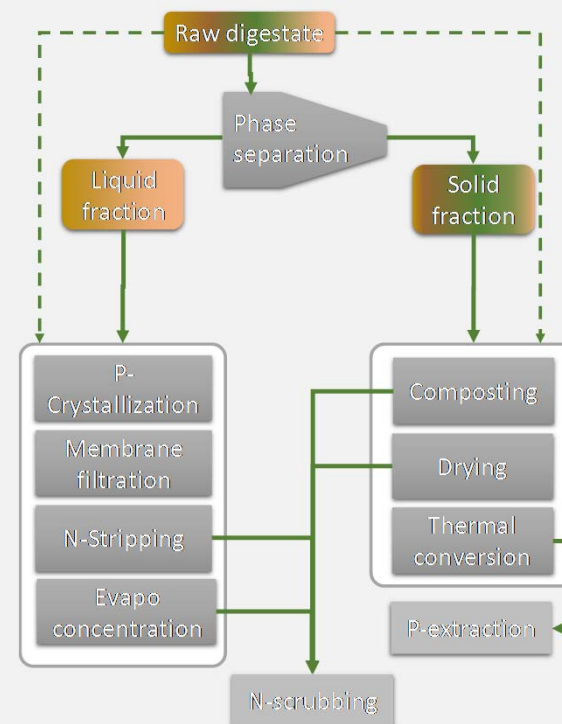
≈ *Amendement organique riche en P*

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 Drosch, 2013

Adapté de Vaneekhaute et. al (2016)

Problématique

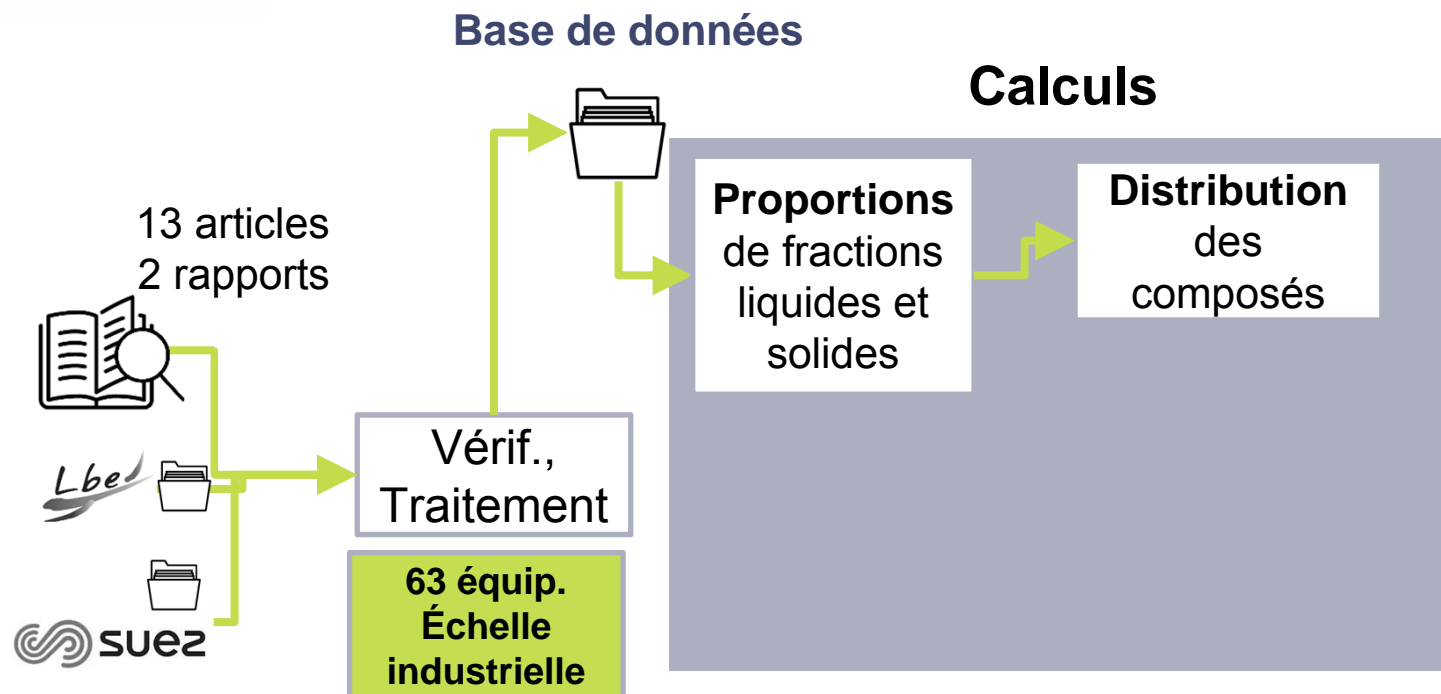


Objectif



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_{FS} : proportion de la fraction solide (w/w)

$X_{SF,distrib}$: 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

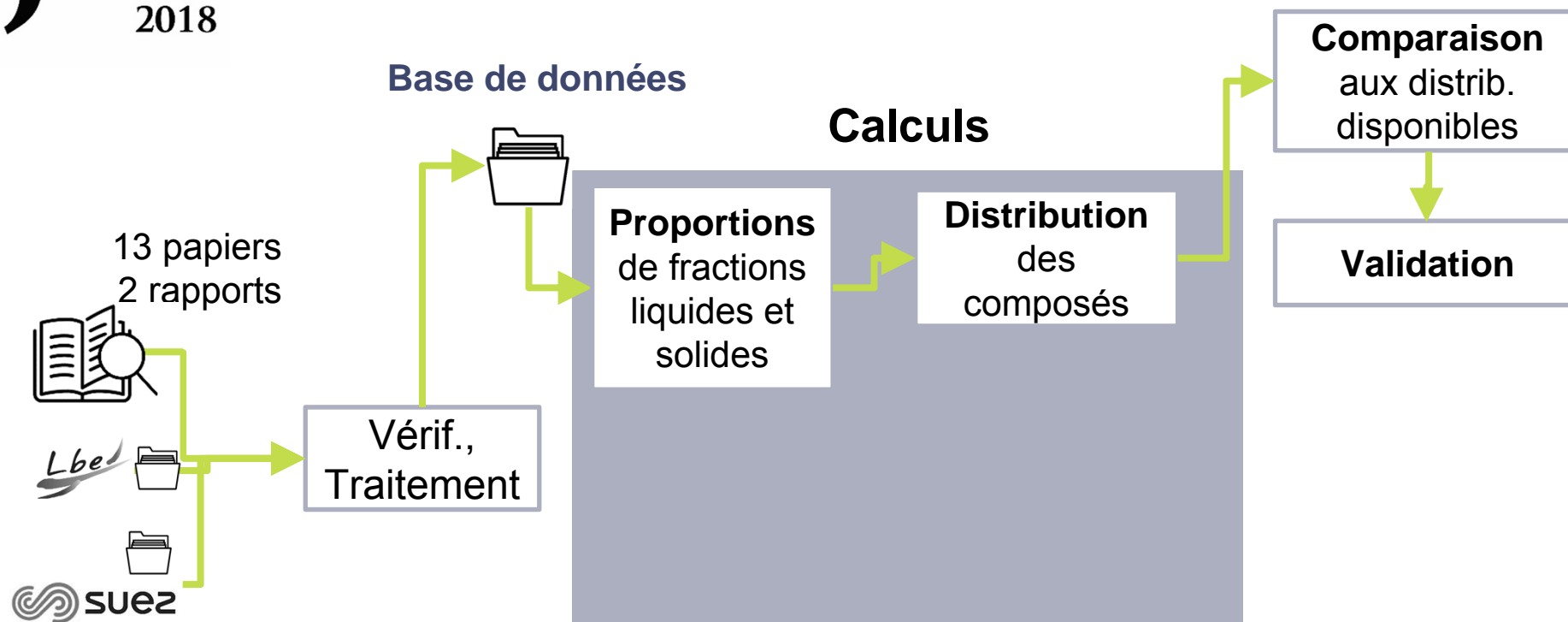
Problèmes de bouclage du bilan:

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

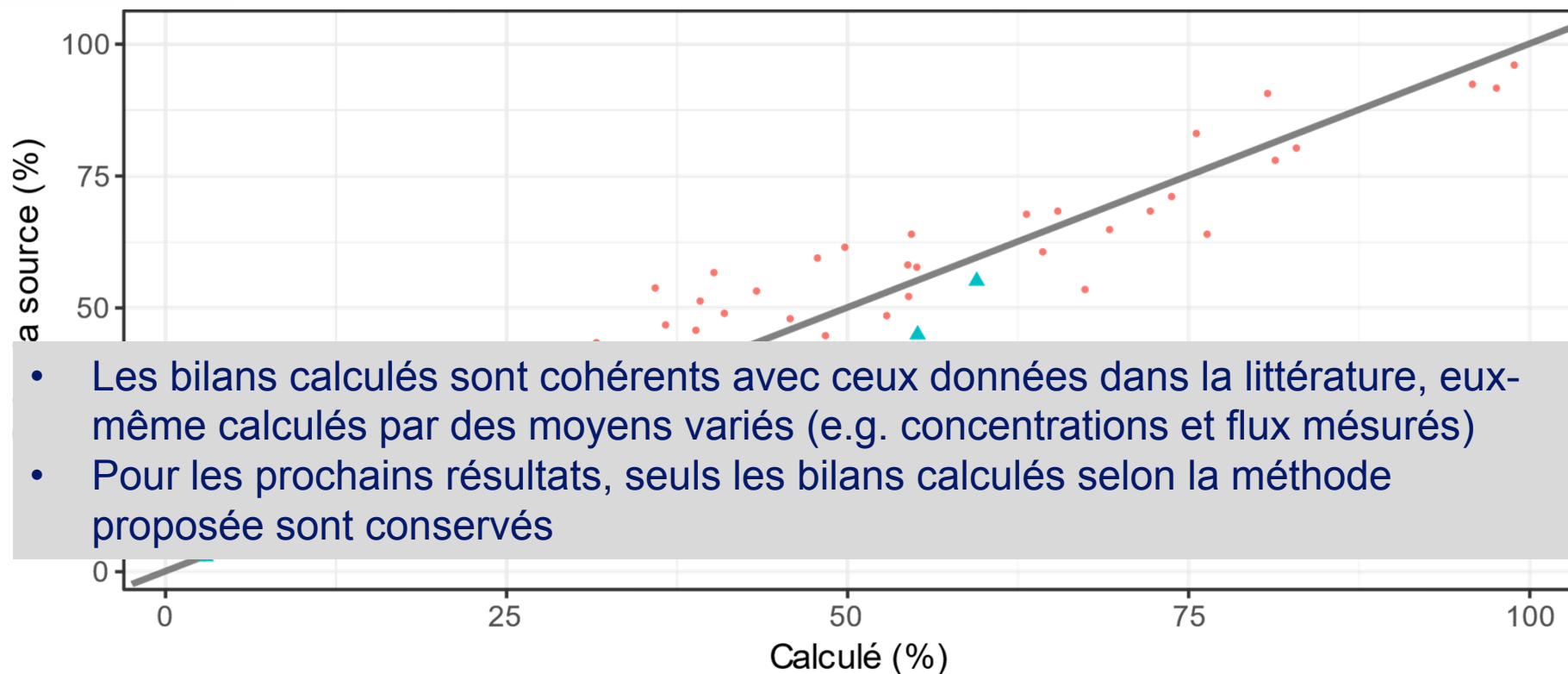
$$[X]_{IN} \approx [X]_{FS} \approx [X]_{FL}$$

- Erreurs analytiques

Méthode: vision globale



Résultats: Validation du calcul des distributions



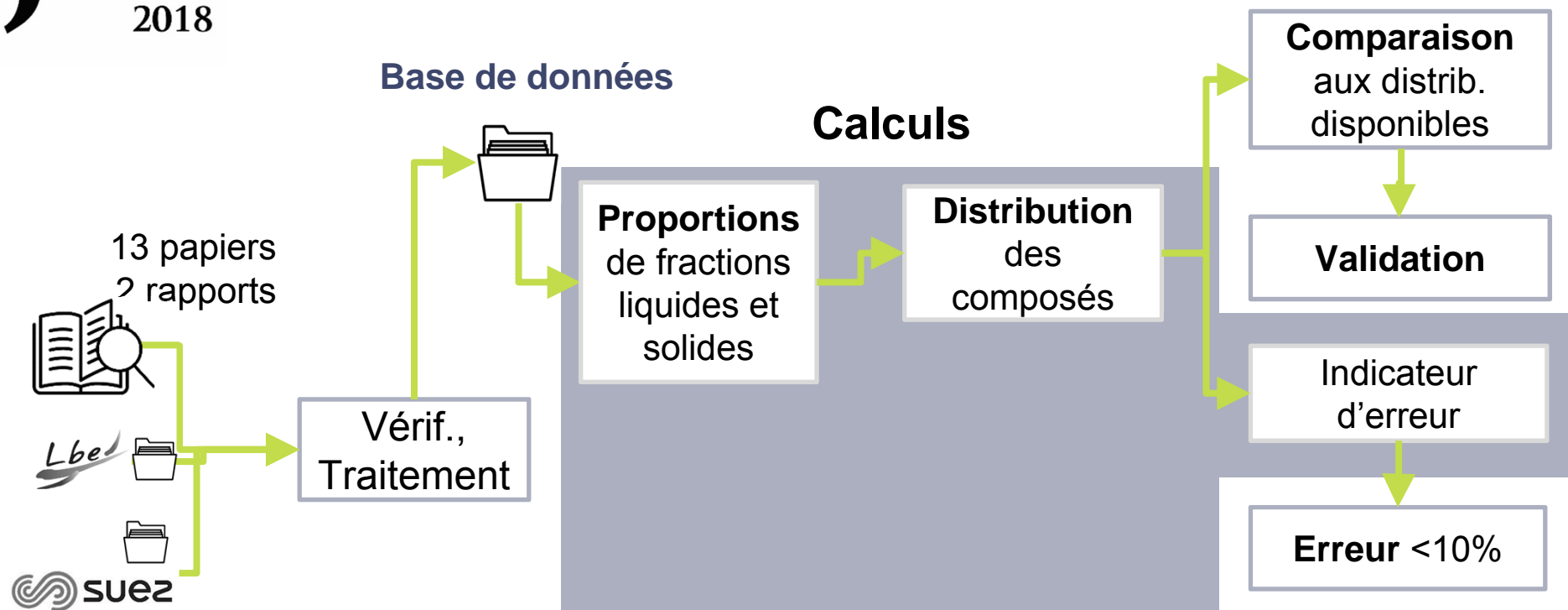
- Les bilans calculés sont cohérents avec ceux donnés dans la littérature, eux-même calculés par des moyens variés (e.g. concentrations et flux mesurés)
- Pour les prochains résultats, seuls les bilans calculés selon la méthode proposée sont conservés

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

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

$$R^2 = 0,96, \text{ RMSE} = 2,9 \%$$

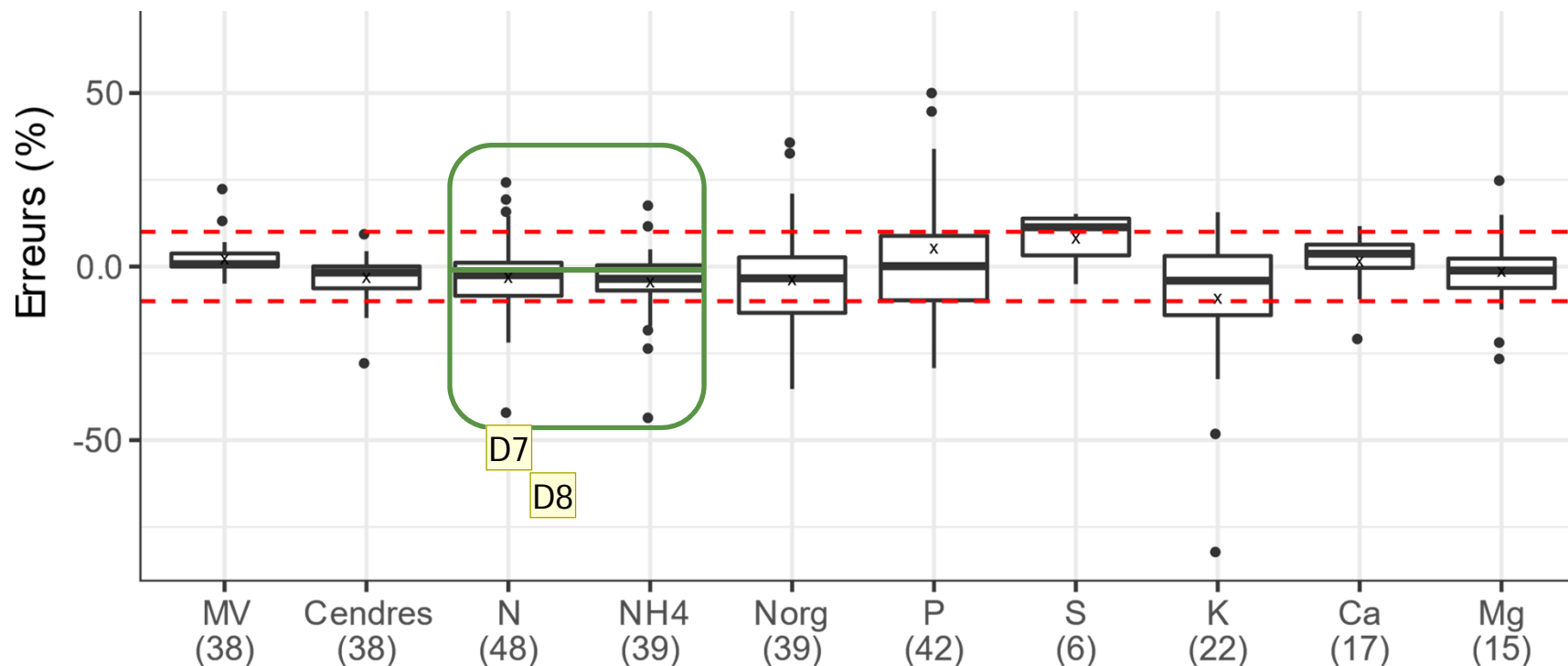
Méthode: vision globale



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 → Pertes lors de la séparation?



Diapositive 11

D7

bilans de masse

Domi; 20/09/2018

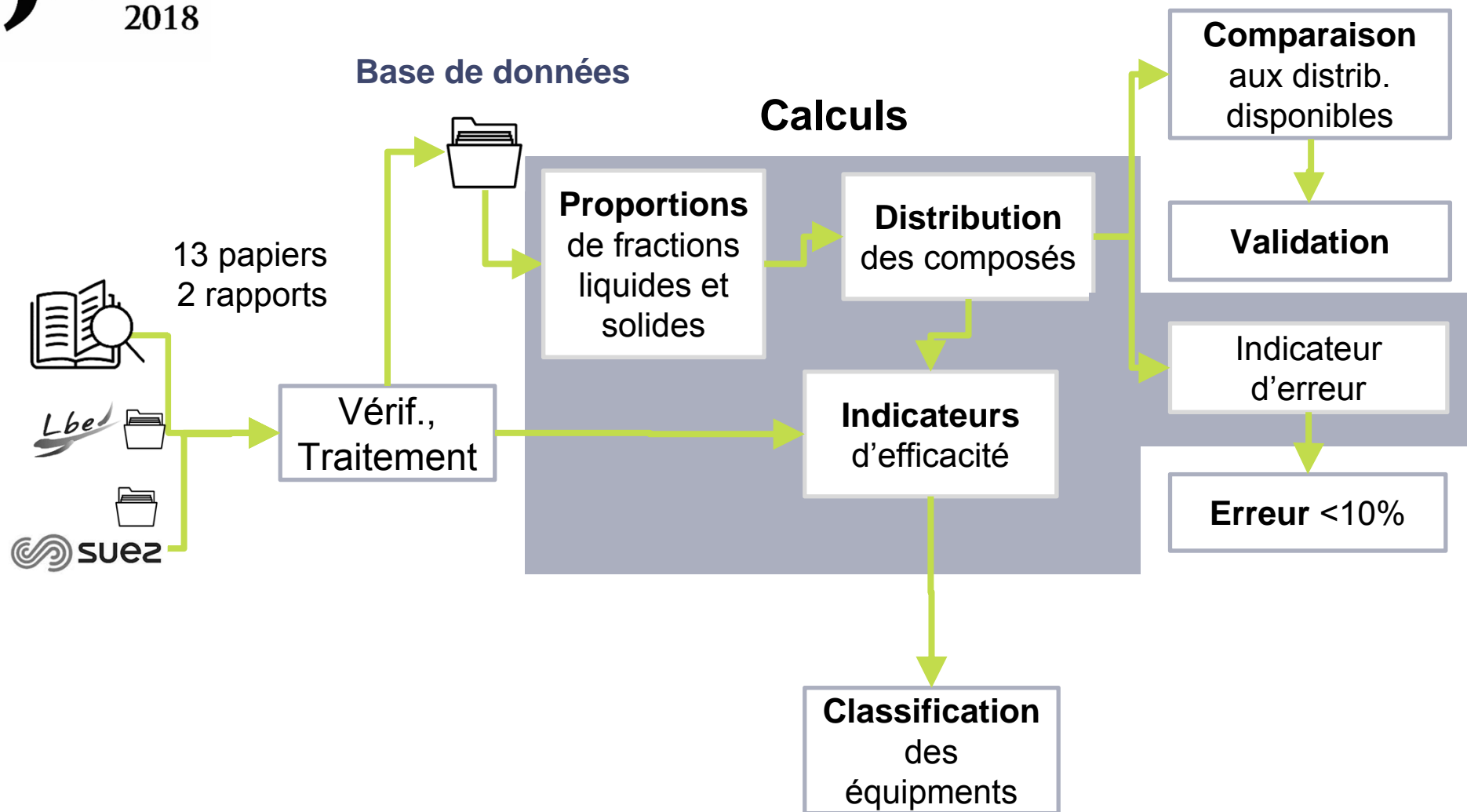
D8

les entourer avant de conclure

et du coup erreurs sur S est significativement positive, non ????

Domi; 20/09/2018

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

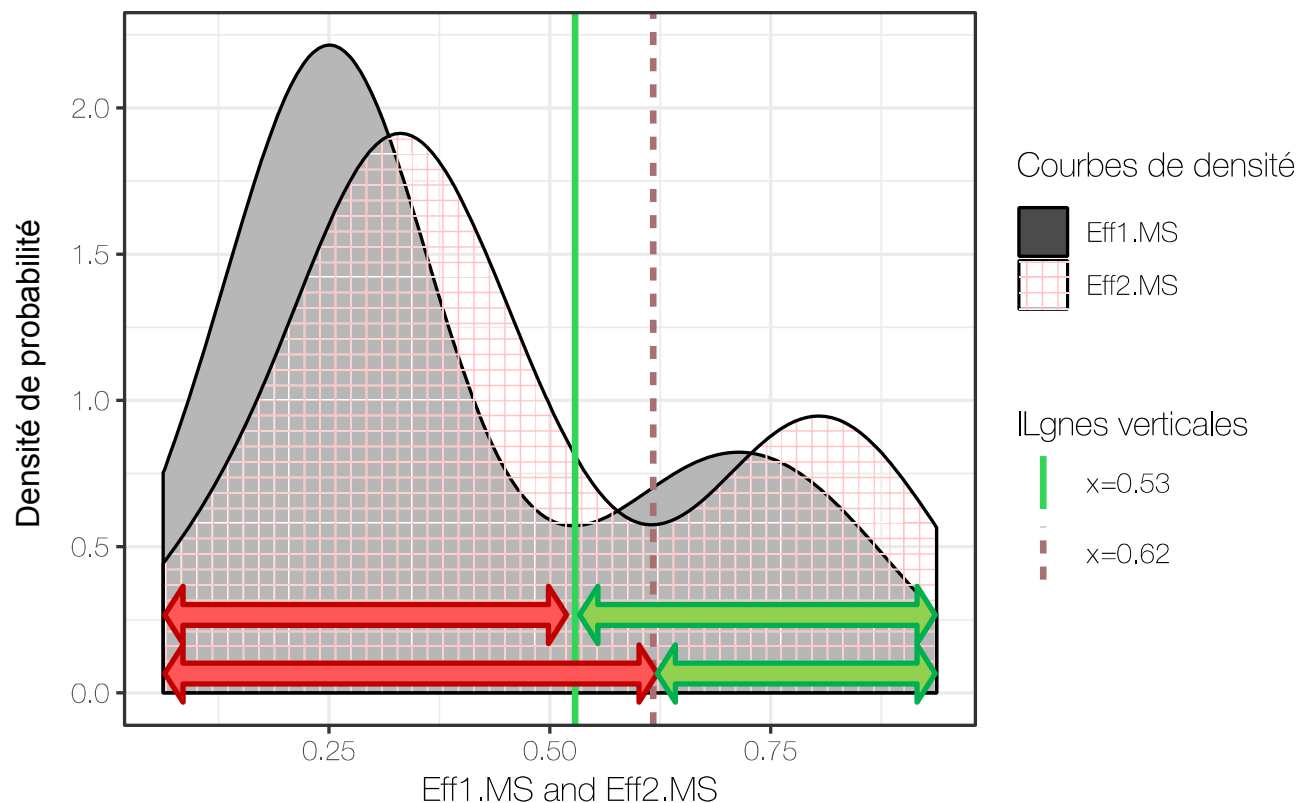
- La production d'une fraction solide la plus sèche possible est un objectif commun des unités de séparation de phases
- La matière sèche est une analyse simple, précise et fiable

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.

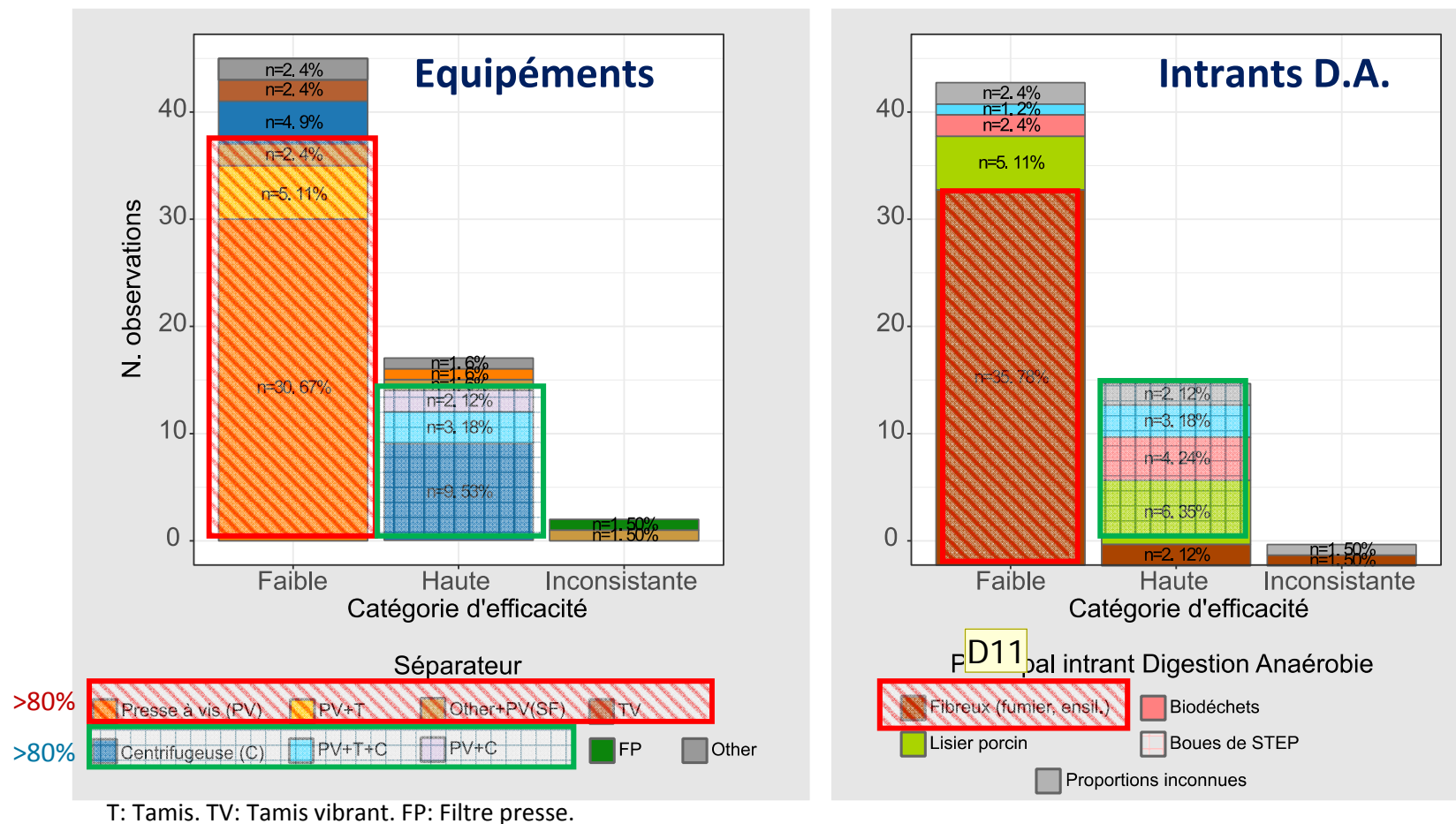
Distribution des valeurs d'efficacité



« Faible efficacité »

« Haute efficacité »

Résultats: Catégories d'efficacité selon...



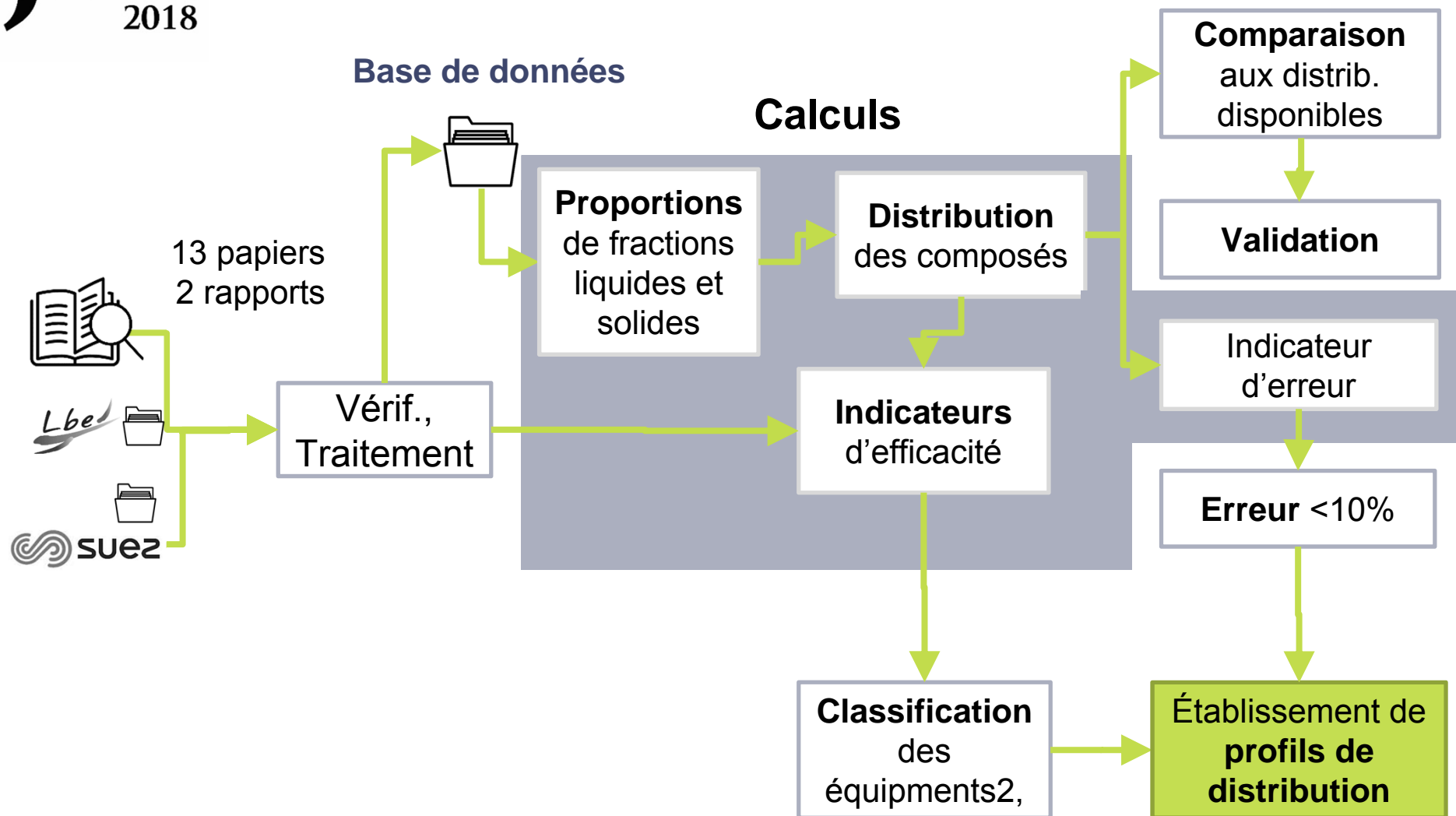
Diapositive 15

D11

principal à corriger sur la figure "intrants"

Domi; 20/09/2018

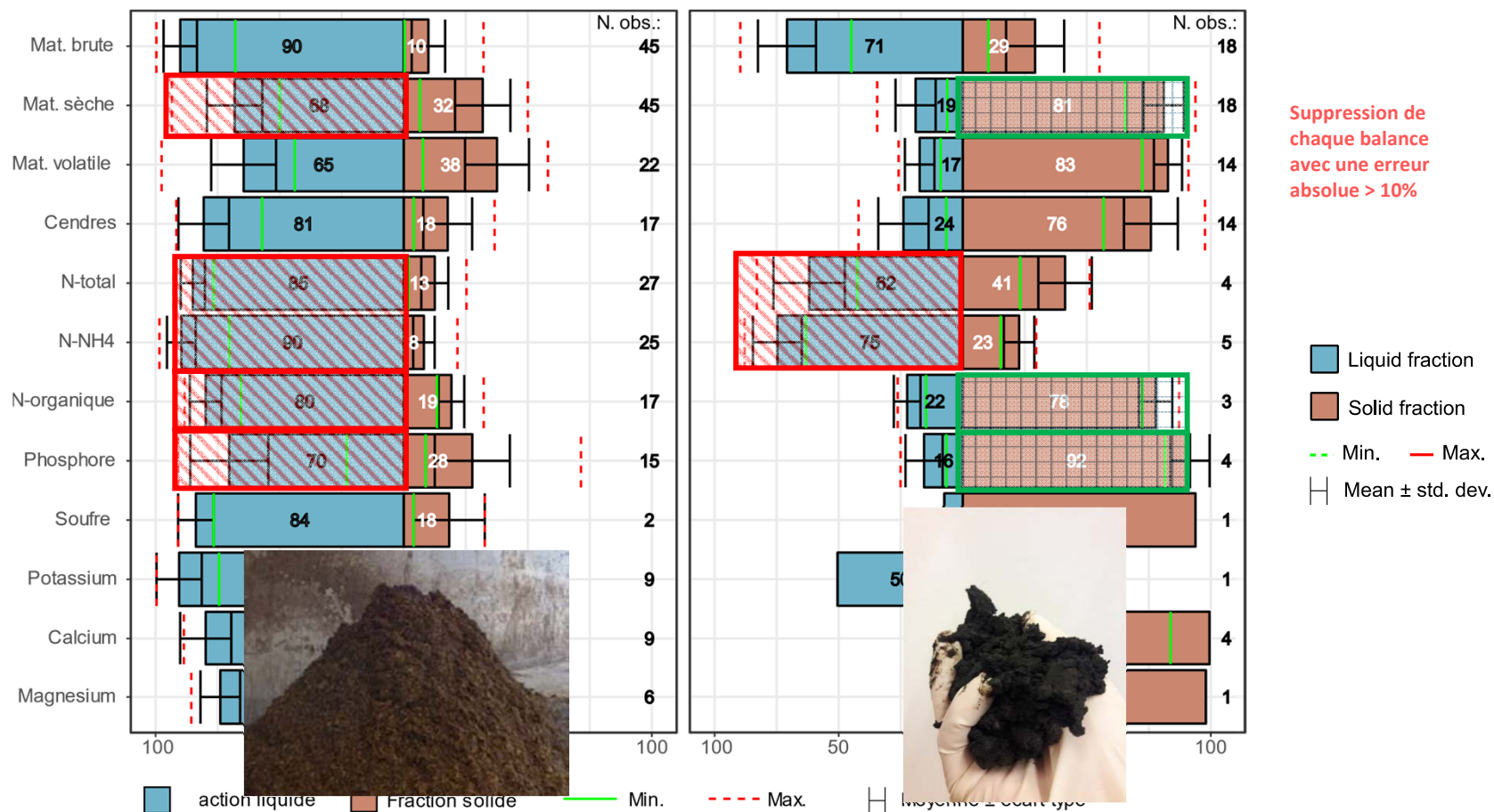
Méthode: vision globale



Résultats: Profils de distribution

« Faible efficacité »

« Haute efficacité »



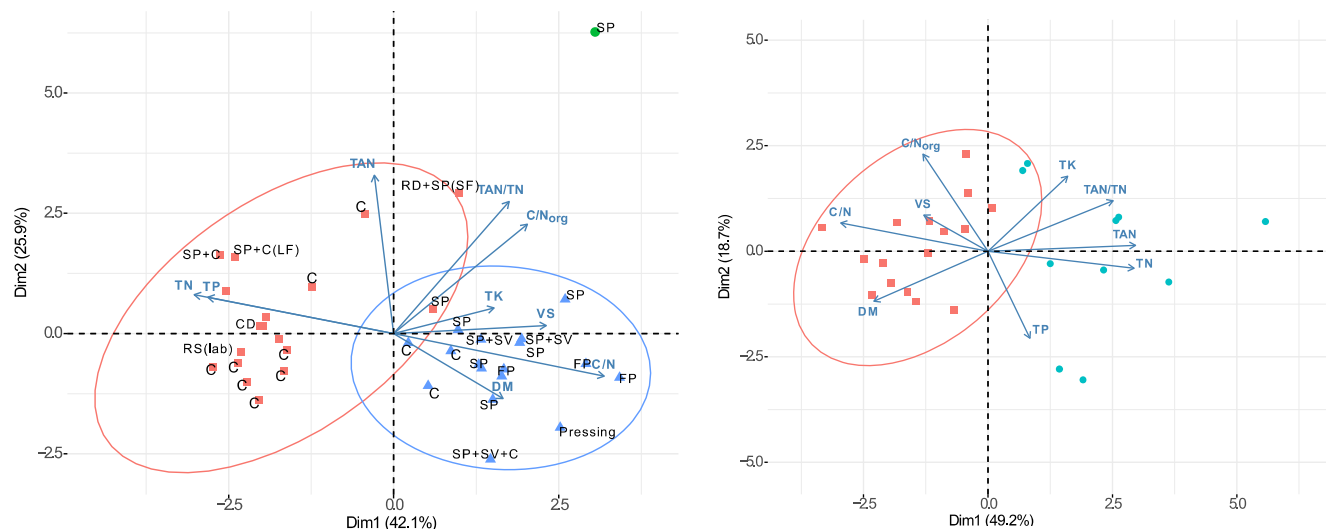
Diapositive 17

D12

distribution car dans le schéma précédent

Domi; 20/09/2018

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

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 → utilisés 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

Merci !!
Des questions ?