

JRI
2024

26 – 28 mars 2024 PAU

JOURNÉES RECHERCHE INNOVATION

Biogaz Méthanisation



ARVALiS



Et si la méthanisation permettait de substituer les importations de tourteaux de soja ?

Ugo Javourez, Ligia Tiruta-Barna, Lorie Hamelin

TBI – INSA Toulouse

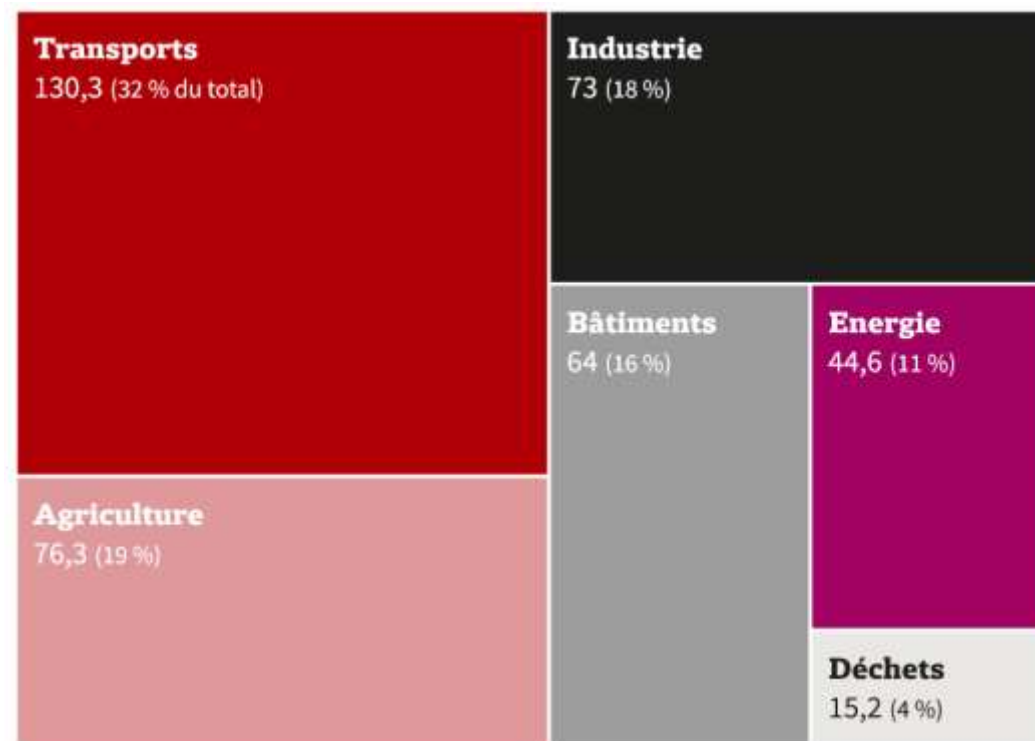


La méthanisation comme solution pour réduire les émissions GES

Substitution d'énergie

Substitution de fertilisants

Alternative au traitement de déchets



lesechos.fr, basé sur CITEPA (2022)



La méthanisation comme solution pour réduire les émissions GES

Substitution d'énergie

Substitution de fertilisants

Alternative au traitement de déchets

Système alimentaire:
25-35% des GES
dont 60% pour nourrir les animaux*



lesechos.fr, basé sur CITEPA (2022)

*: Xu et al., 2021

La méthanisation comme solution pour réduire les émissions GES

Substitution d'énergie

Substitution de fertilisants

Alternative au traitement de déchets

Système alimentaire:
25-35% des GES
dont 60% pour nourrir les animaux*

Pourquoi pas produire de nouveaux aliments?



lesechos.fr, basé sur CITEPA (2022)

*: Xu et al., 2021

Les protéines microbiennes de qualité alimentaire

Bactéries méthano-oxidantes
 “Single cell proteins”, “microbial proteins”.



CHEMICAL COMPOSITION 1

Product (as-is)	Mean Values
Crude protein (N x 6.25)	min 65%
Crude fat	max 10%
Ash	max 7%
Gross Energy, MJ/kg	22.9

Unibio.dk



Les protéines microbiennes de qualité alimentaire

Bactéries méthano-oxidantes
 “Single cell proteins”, “microbial proteins”.



- **Echelle industrielle** déjà atteinte (au – 2 acteurs)
- **Approuvé** comme aliment dans l’UE
- Utilisation actuelle de **gaz naturel (fossile)**

CHEMICAL COMPOSITION 1

Product (as-is)	Mean Values
Crude protein (N x 6.25)	min 65%
Crude fat	max 10%
Ash	max 7%
Gross Energy, MJ/kg	22.9



Unibio.dk



Les protéines microbiennes de qualité alimentaire

Bactéries méthano-oxidantes
 “Single cell proteins”, “microbial proteins”.




CHEMICAL COMPOSITION 1


Product (as-is)	Mean Values
Crude protein (N x 6.25)	min 65%
Crude fat	max 10%
Ash	max 7%
Gross Energy, MJ/kg	22.8

- **Echelle industrielle** déjà atteinte (au – 2 acteurs)
- **Approuvé** comme aliment dans l’UE
- Utilisation actuelle de **gaz naturel (fossile)**



 **6-8 kgCO₂-eq / kg aliment**

>>

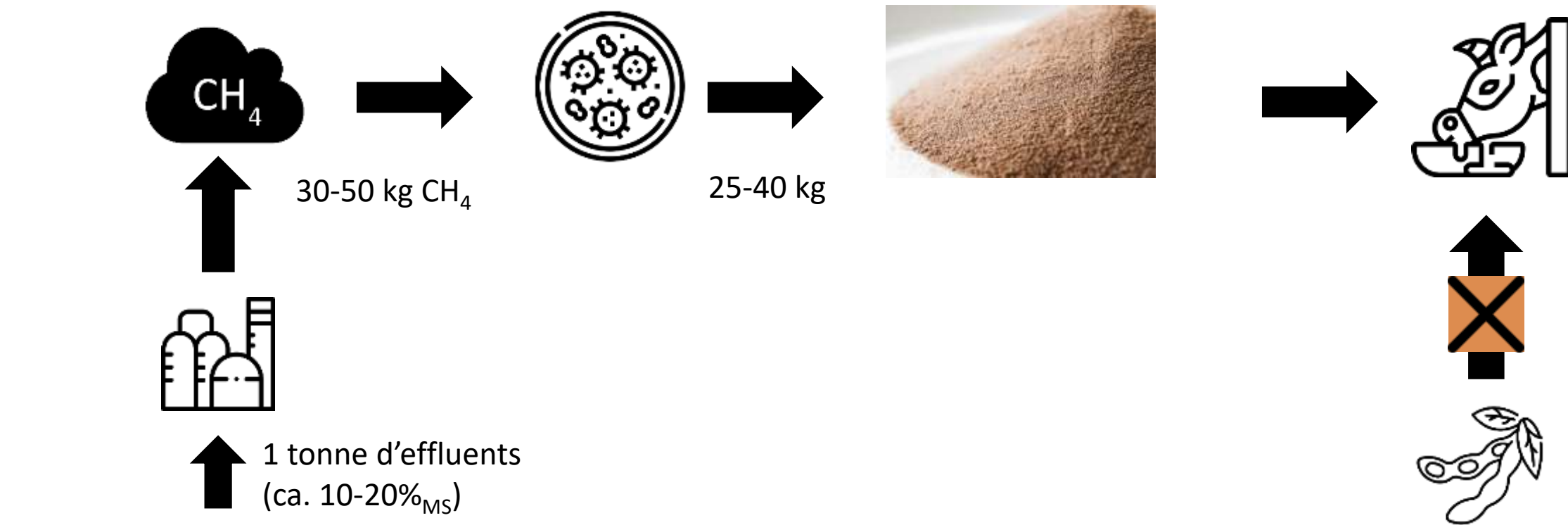
 **3-4 kgCO₂-eq / kg tourteaux soja**



Unibio.dk



Utiliser du biométhane pour substituer le soja?

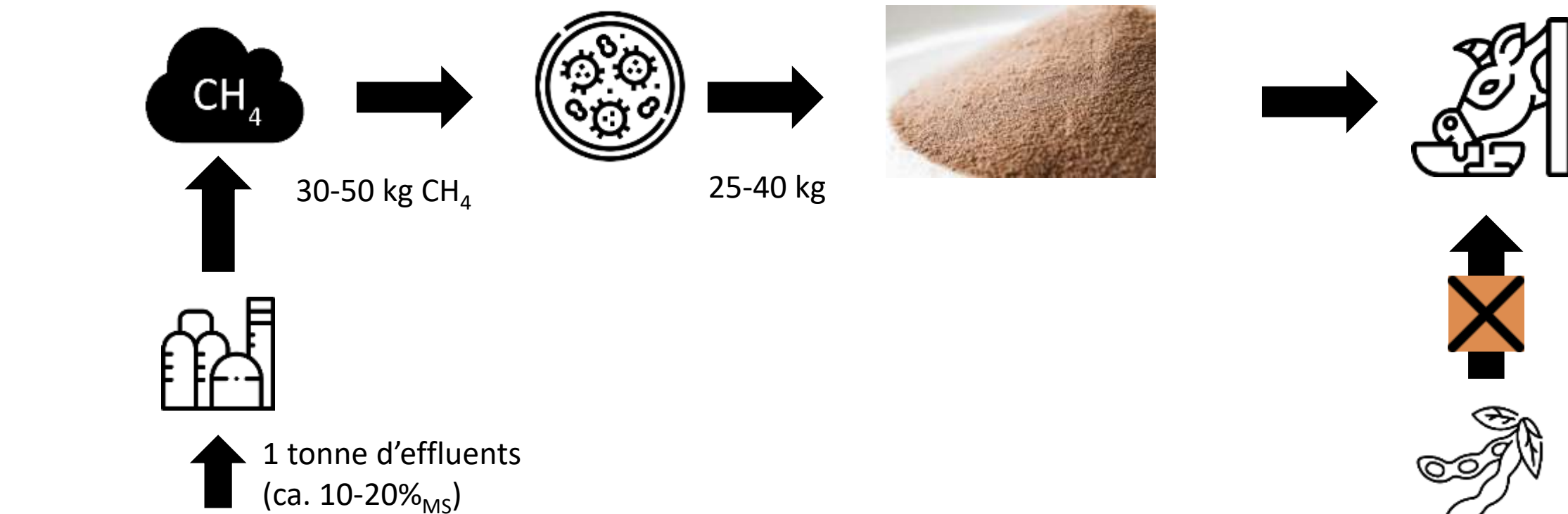


Unibio.dk



Utiliser du biométhane pour substituer le soja?

Quels potentiels de production ?
Quels potentiels bénéfiques environnementaux?



Unibio.dk



Démarche

1/. Modélisation à échelle des filières de valorisation



Estimation harmonisée du potentiel de production

2/. Analyse de cycle de vie prospective

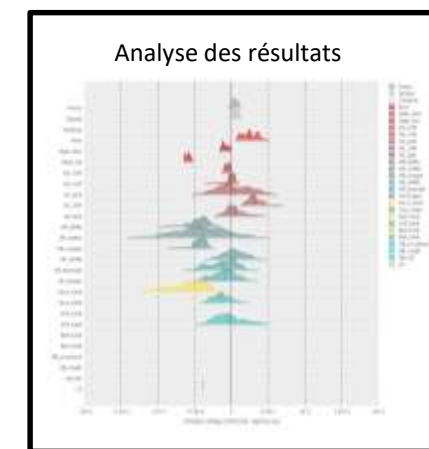
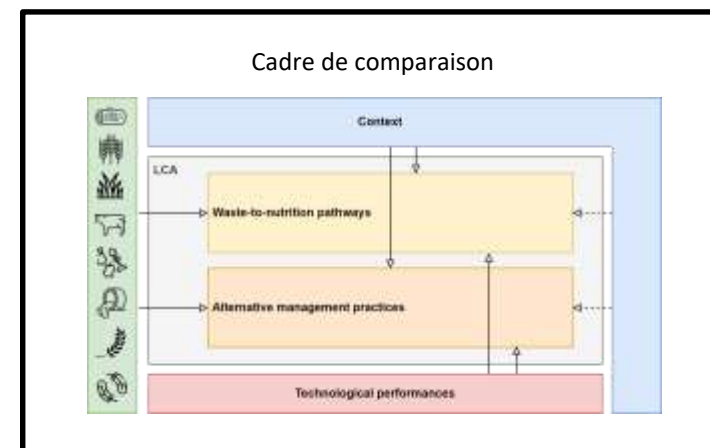


Evaluation des bénéfices environnementaux potentiels

3/. Perspectives de valorisation des biomasses résiduelles



Quels services à fournir à la société?



1/. Modélisation à échelle des filières

A. Sélection de cas d'étude



fumiers et boues d'épuration

1/. Modélisation à échelle des filières

A. Sélection de cas d'étude



fumiers et boues d'épuration

B. Filières à comparer

Conventionnelles: **4 filières**



- compostage
- épandage direct



- Injection réseau
- cogénération

Protéines microbiennes: **3 variantes**



- avec biogaz
- après épuration du CO₂
- après conversion catalytique

Environ **5 kWh / kg**
nécessaire pour une
production de 20-25
kg / tonne effluents

Environ **20 kWh / kg**
nécessaire pour une
production de 50-60
kg / tonne effluents

1/. Modélisation à échelle des filières

A. Sélection de cas d'étude



fumiers et boues d'épuration

B. Filières à comparer

Conventionnelles: **4 filières**



- compostage
- épandage direct



- Injection réseau
- cogénération

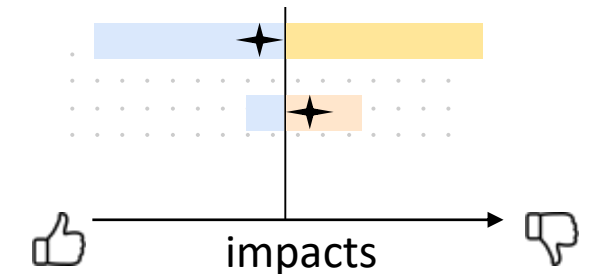
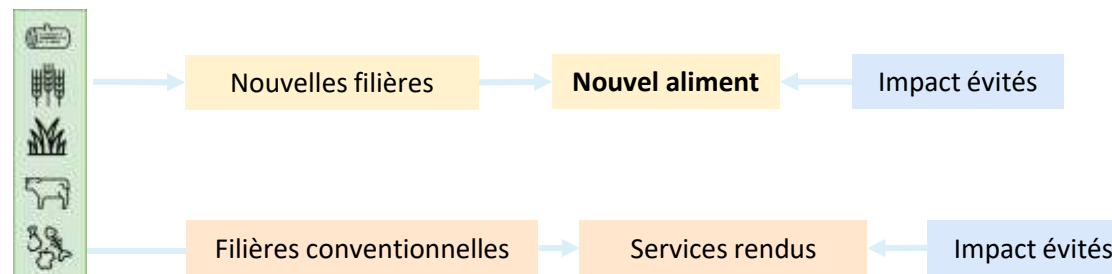
Protéines microbiennes: **3 variantes**



- avec biogaz
- après épuration du CO₂
- après conversion catalytique

C. Spécifications

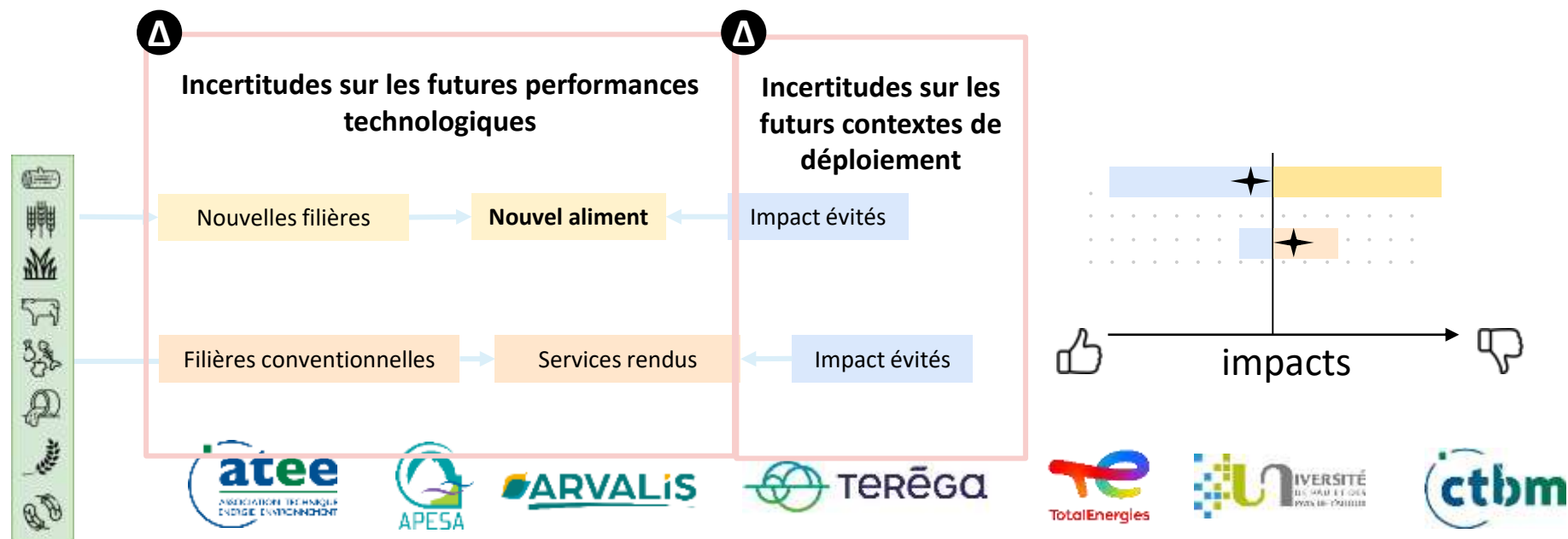
- Point de vue ressource
- Conséquentiel
- Prospectif



1/. Modélisation à échelle des filières

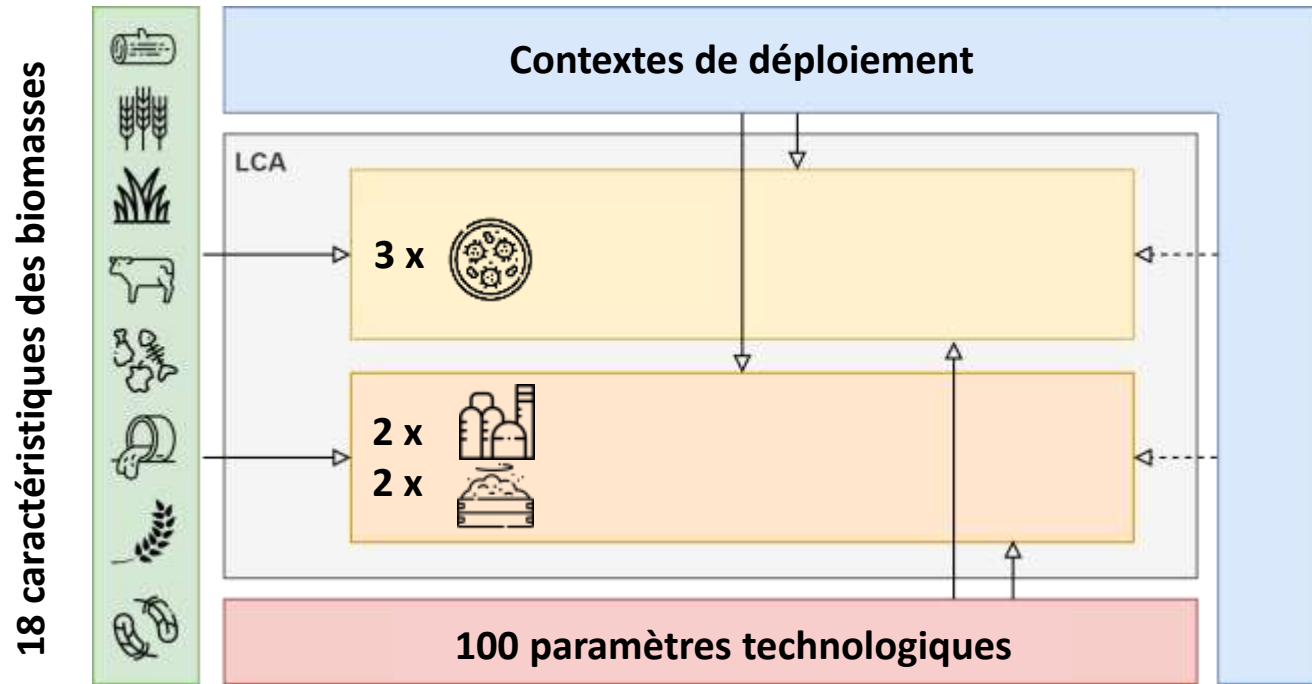
C. Spécifications

- Point de vue ressource
- Conséquentiel
- Prospectif



1/. Modélisation à échelle des filières

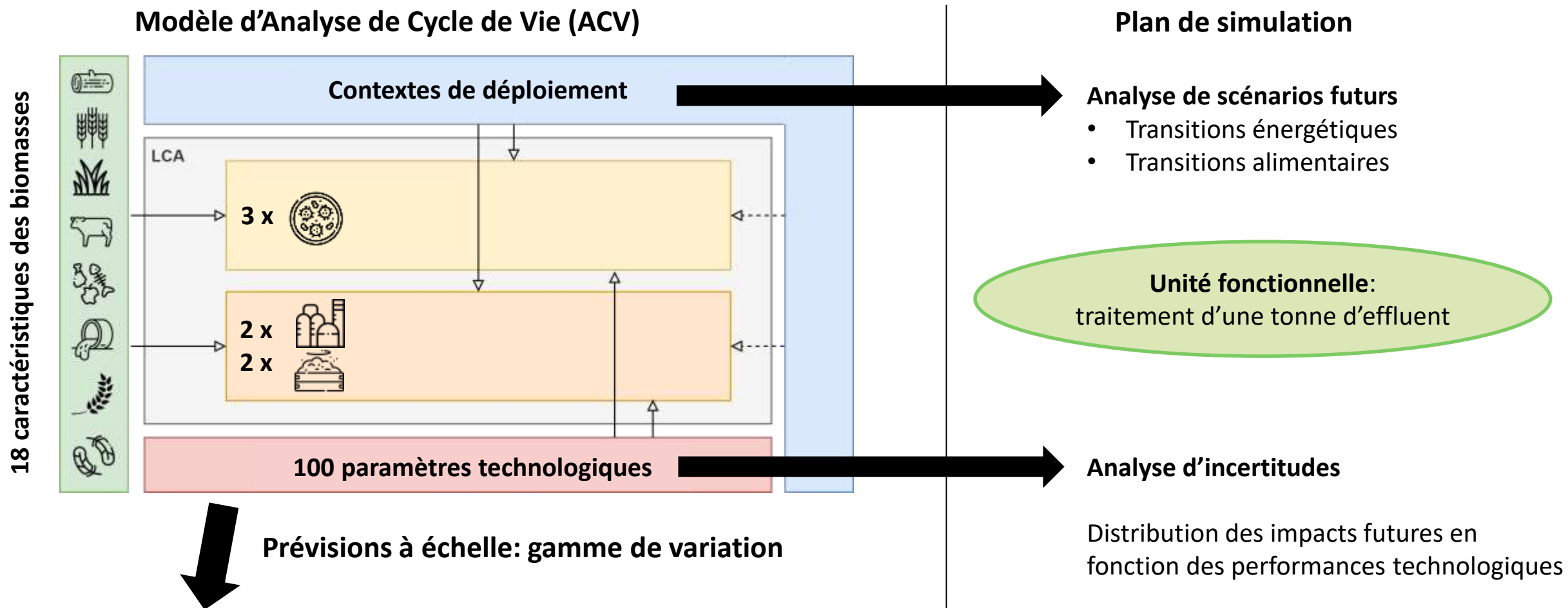
Modèle d'Analyse de Cycle de Vie (ACV)



Prévisions à échelle: gamme de variation

- Performances des procédés
- Facteurs d'émissions
- Dynamiques de substitution

1/. Modélisation à échelle des filières



- Performances des procédés
- Facteurs d'émissions
- Dynamiques de substitution



2/. Analyse de cycle de vie prospective

Changement
Climatique
GWP100

Cas d'étude



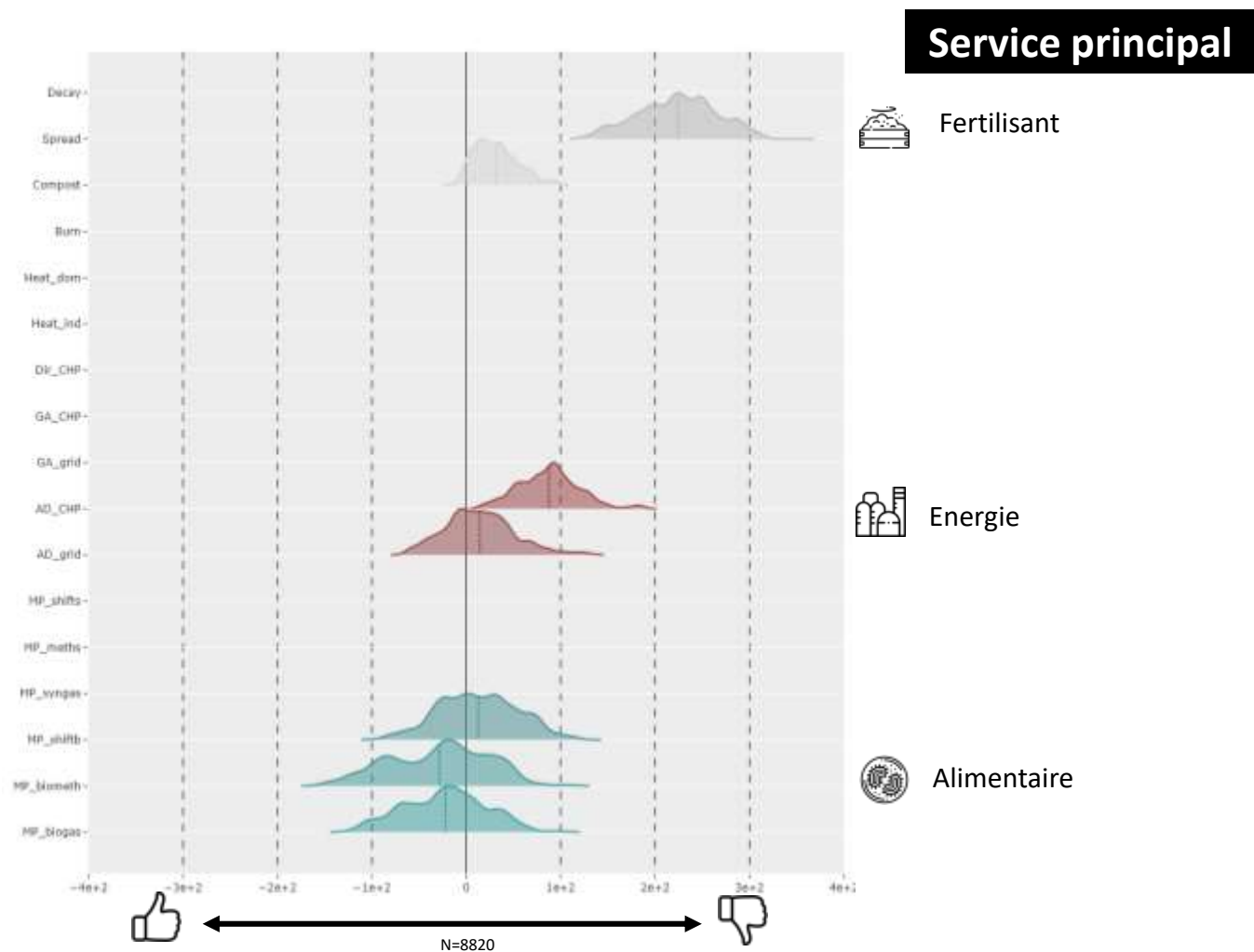
Contexte
tendanciel

2/. Analyse de cycle de vie prospective

Changement
Climatique
GWP100

Cas d'étude


Contexte
tendanciel

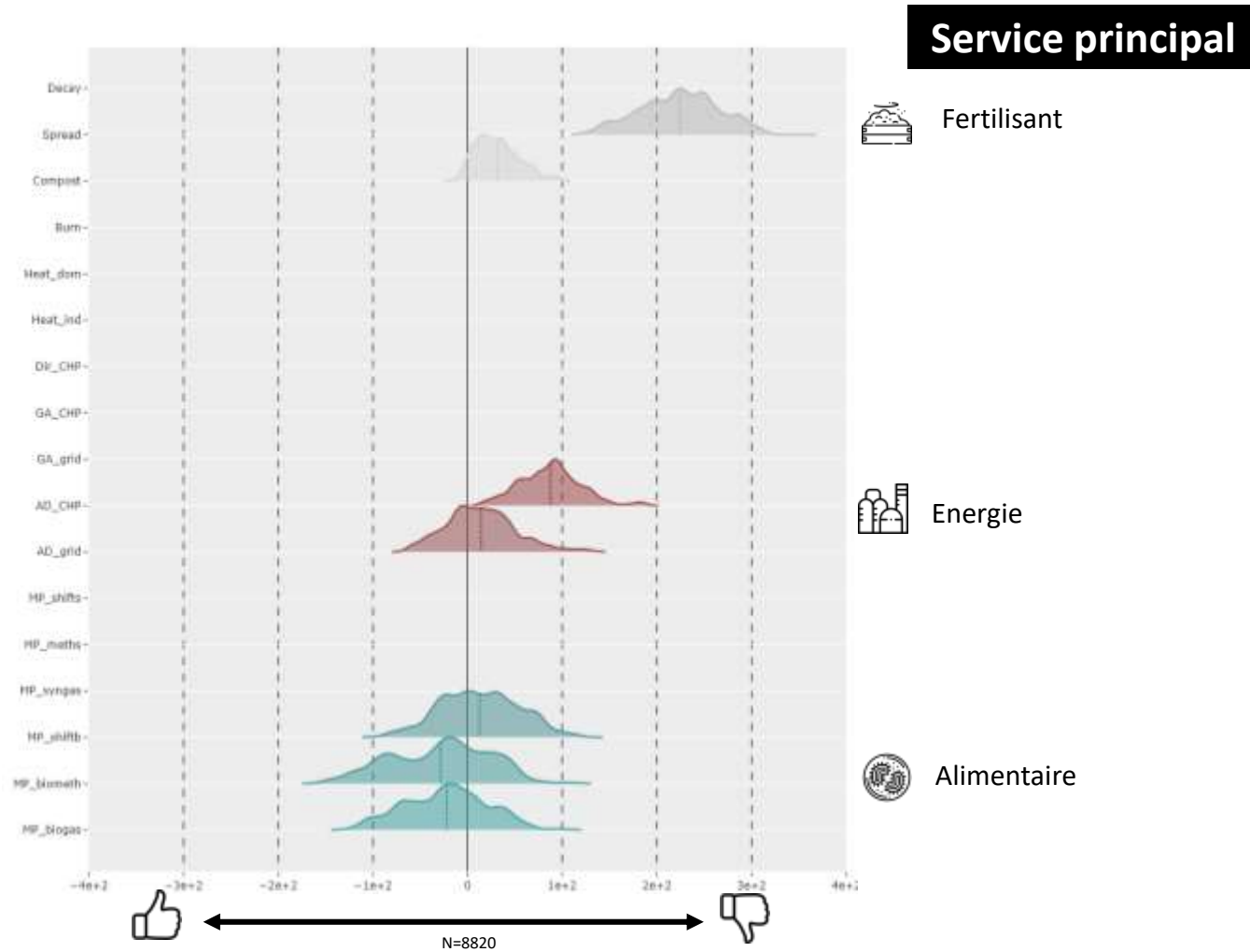


2/. Analyse de cycle de vie prospective

Changement
Climatique
GWP100

Cas d'étude


Contexte
tendanciel



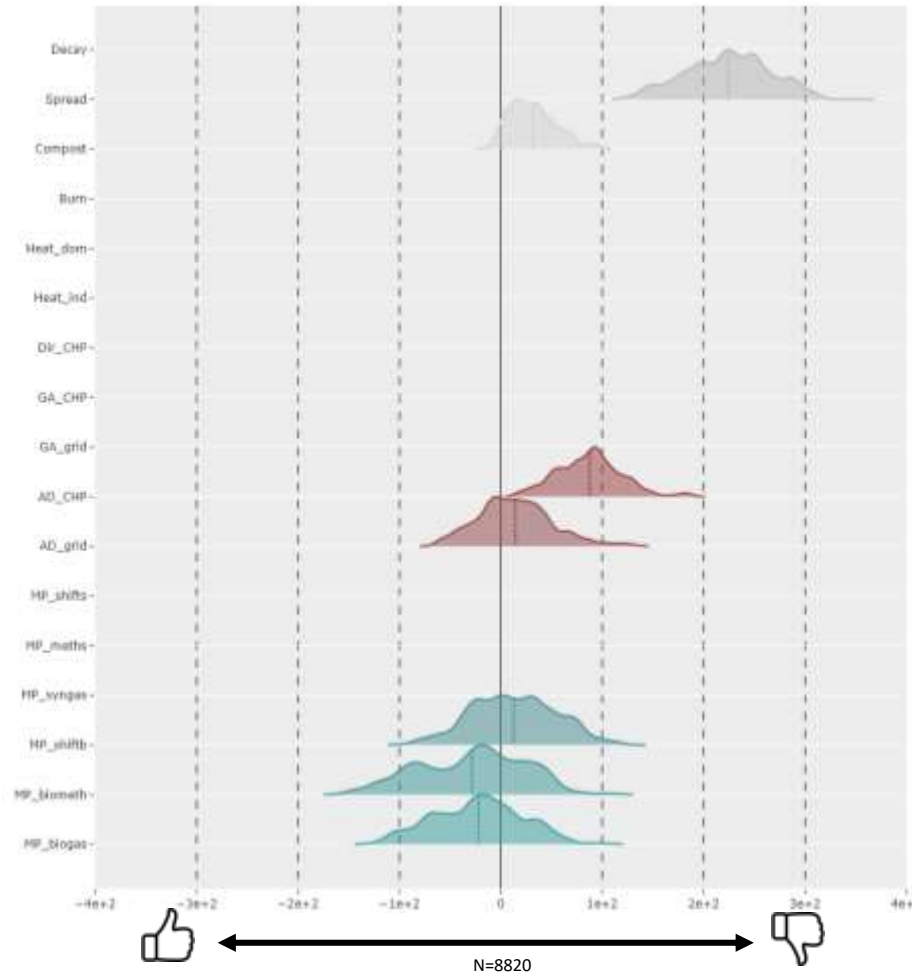
Quelle est la
meilleure option?

2/. Analyse de cycle de vie prospective

Changement
Climatique
GWP100


Cas d'étude


Contexte
tendanciel



Service principal

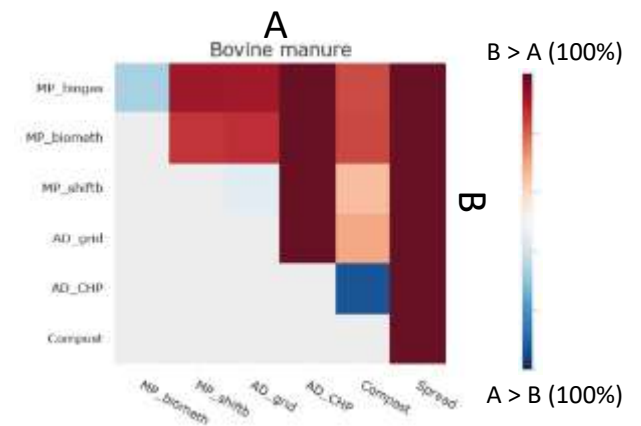
 Fertilisant

 Energie

 Alimentaire

Quelle est la meilleure option?

Comparaison 1-1

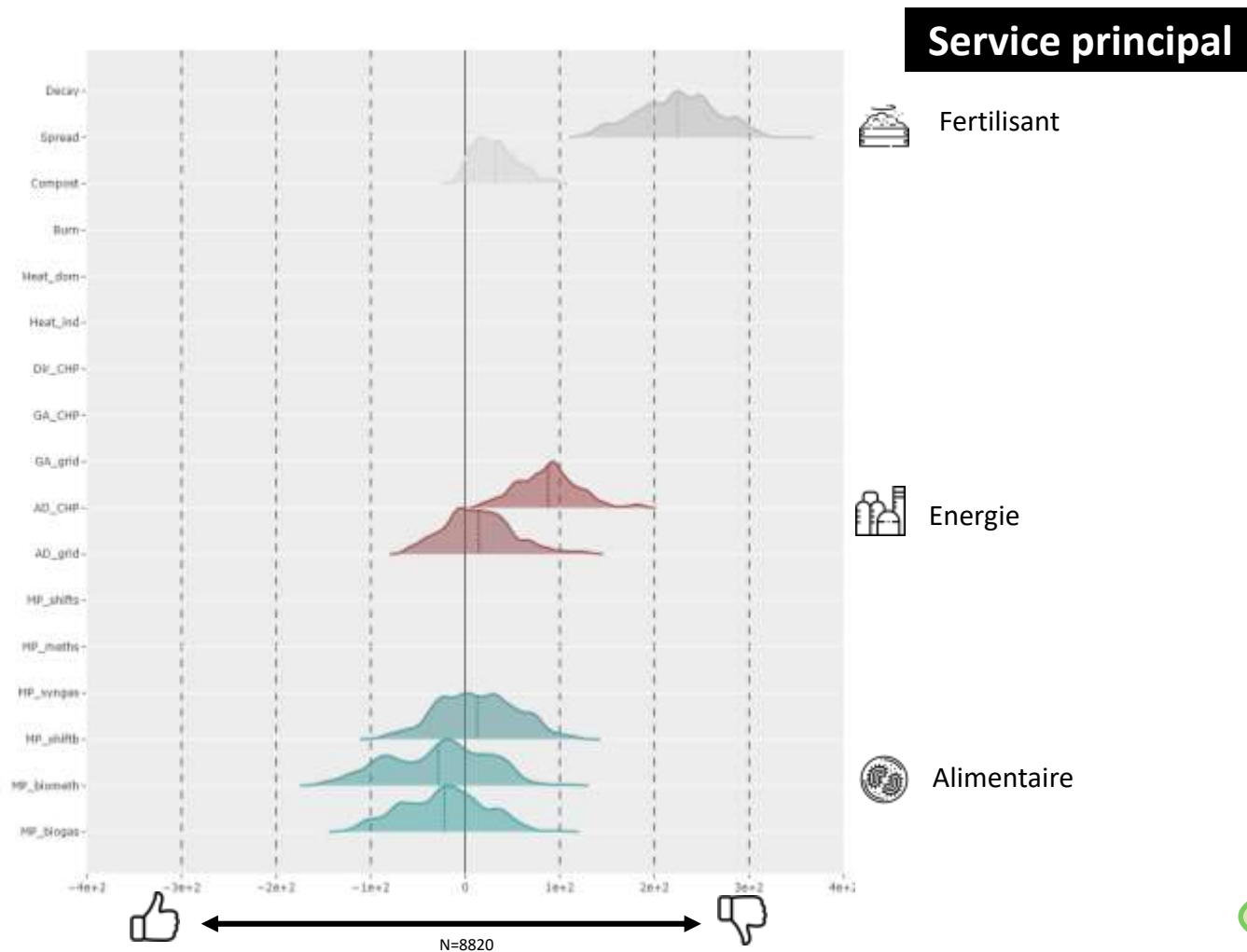


2/. Analyse de cycle de vie prospective

Changement Climatique GWP100

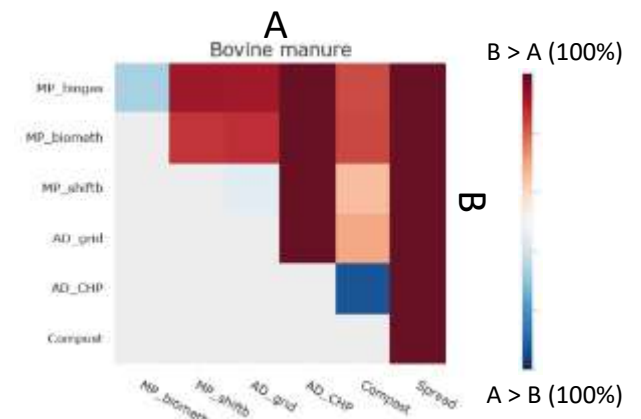
Cas d'étude 

Contexte tendanciel



Quelle est la meilleure option?

Comparaison 1-1



Analyse stats

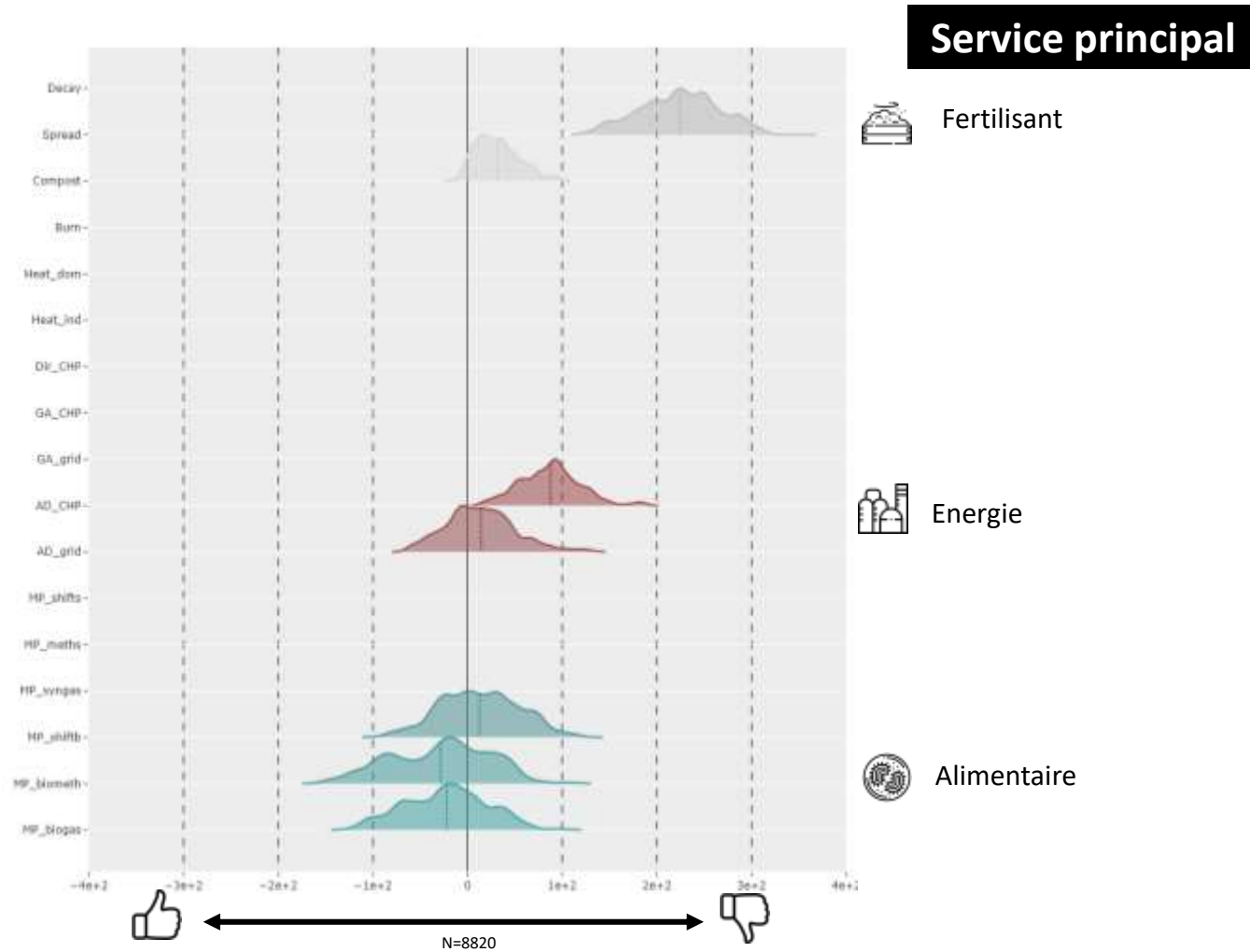
Identification et valeurs paramètres clefs

2/. Analyse de cycle de vie prospective

Changement
Climatique
GWP100

Cas d'étude


Contexte
tendanciel



Quelle est la
meilleure option?

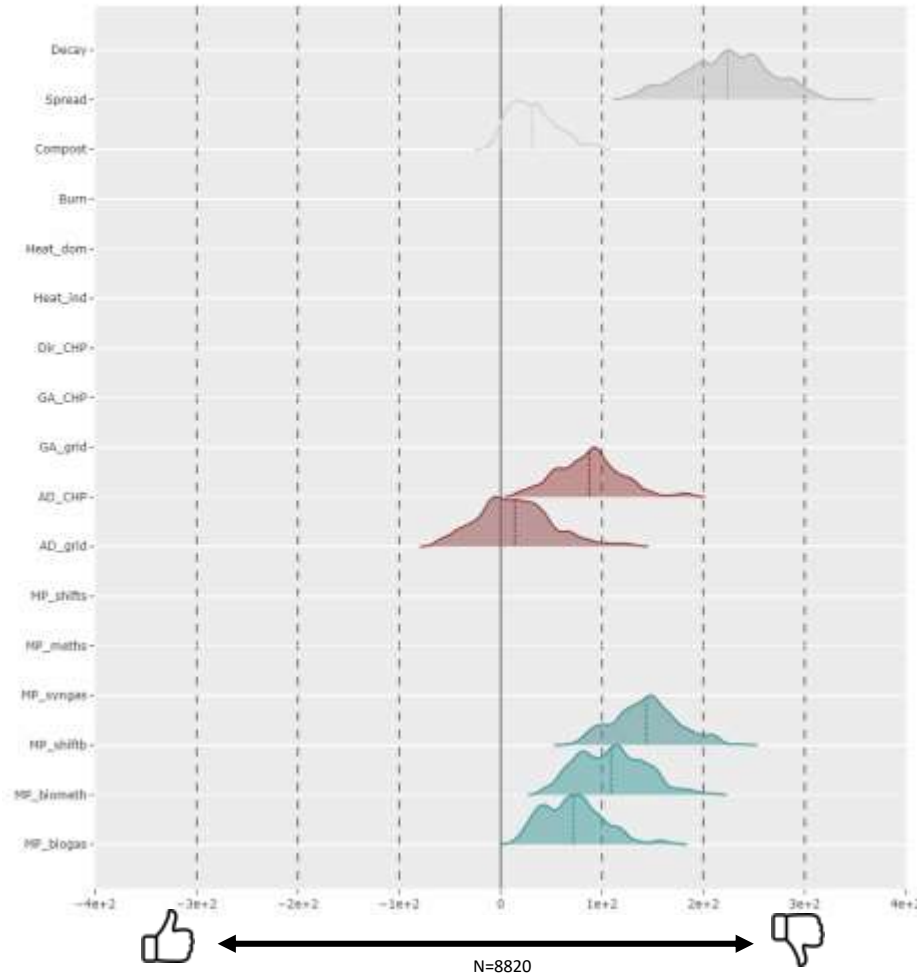
Valable dans un
contexte donné

2/. Analyse de cycle de vie prospective

Changement
Climatique
GWP100


Cas d'étude


= f(systeme
alimentaire)



Service principal

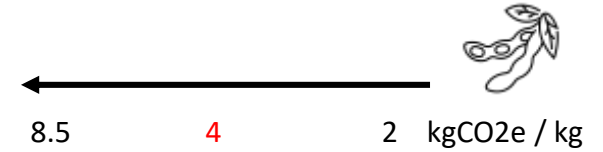
 Fertilisant

 Energie

 Alimentaire

Quelle est la
meilleure option?

Dans différentes
transitions
alimentaires

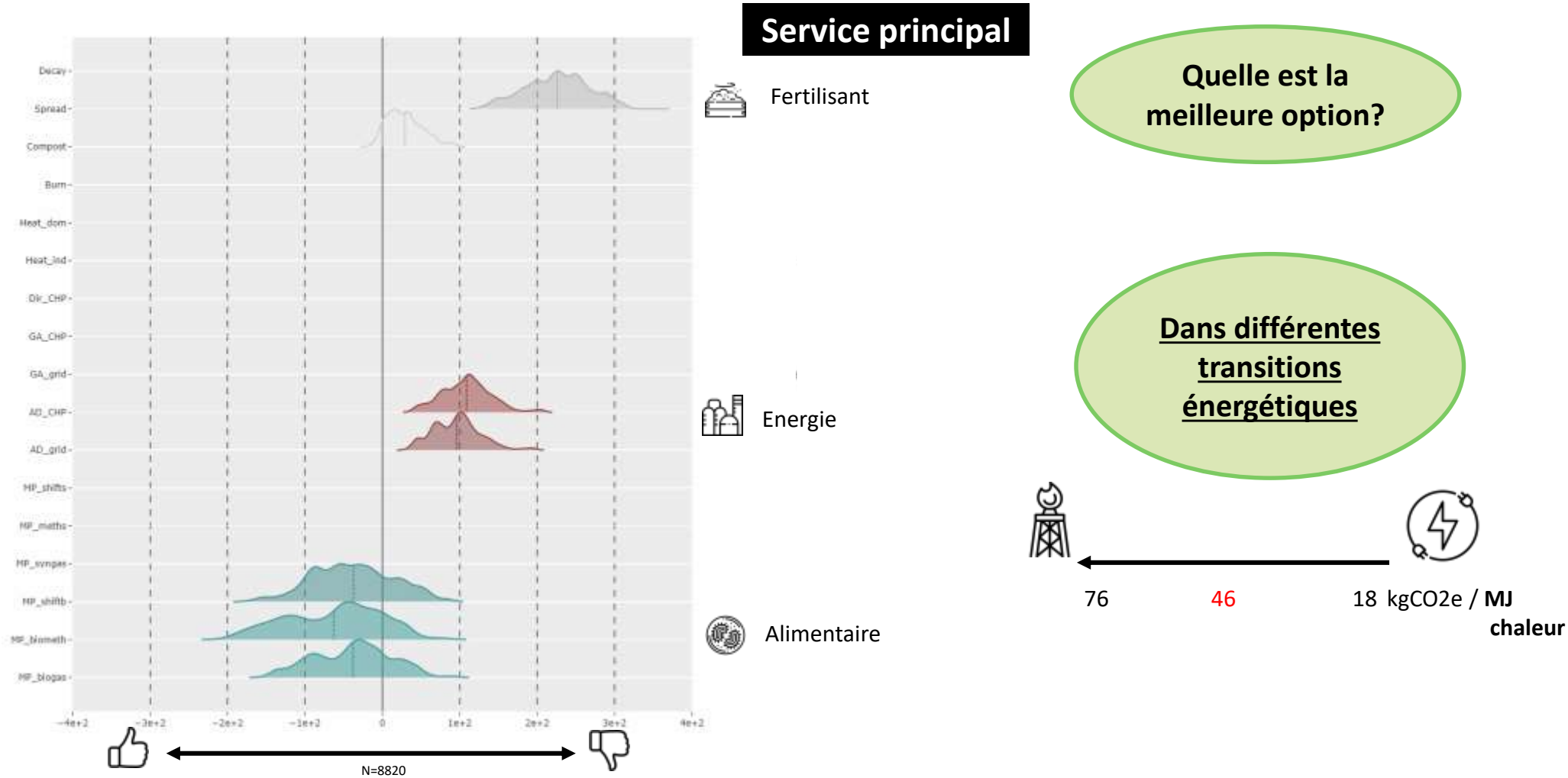


2/. Analyse de cycle de vie prospective

Changement
Climatique
GWP100



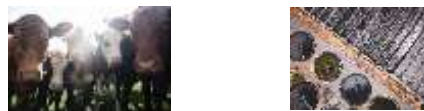
=f(système
énergétique)



2/. Analyse de cycle de vie prospective

Autres indicateurs
environnementales

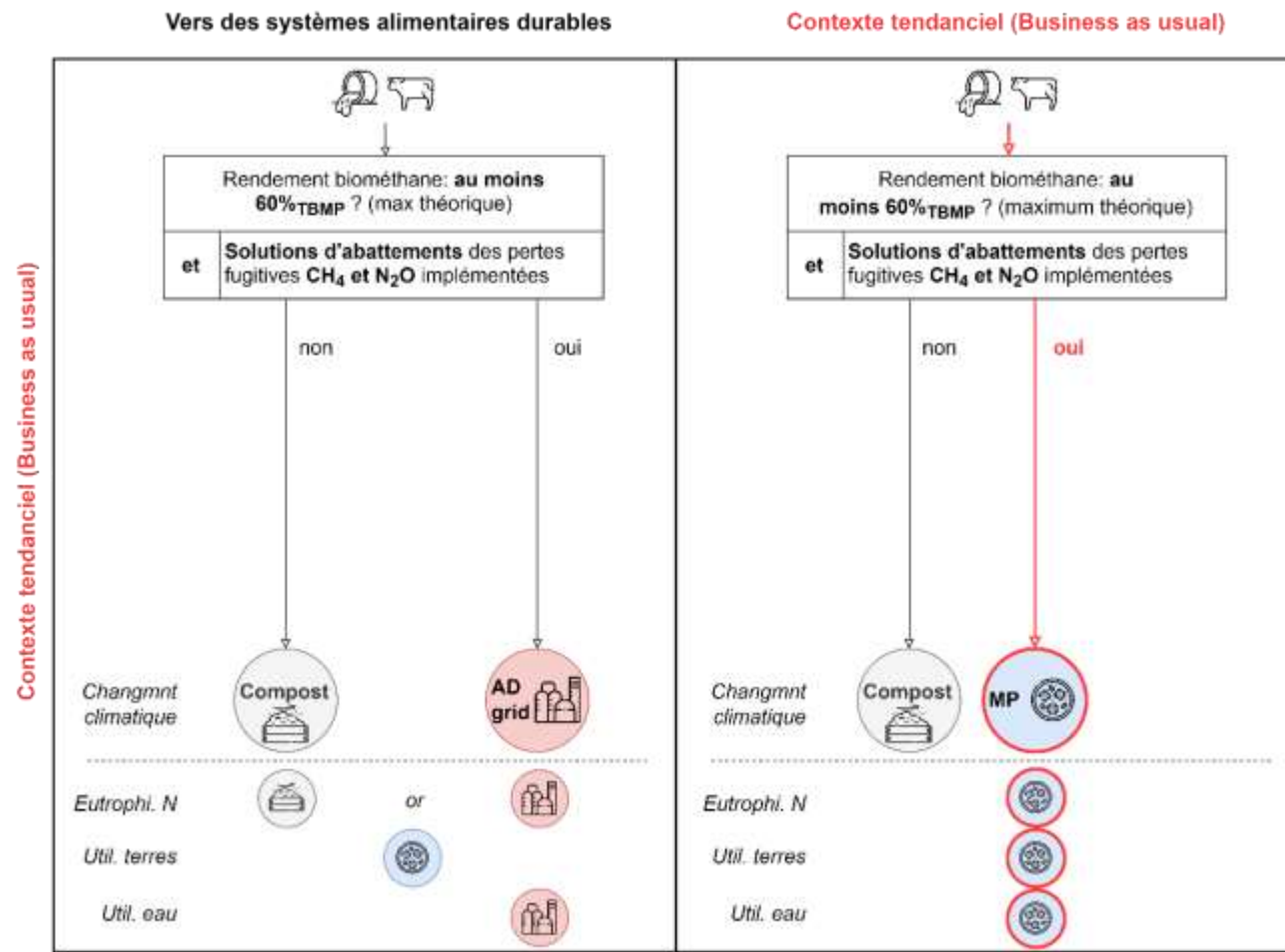
Cas d'étude



Tout scénarios confondus

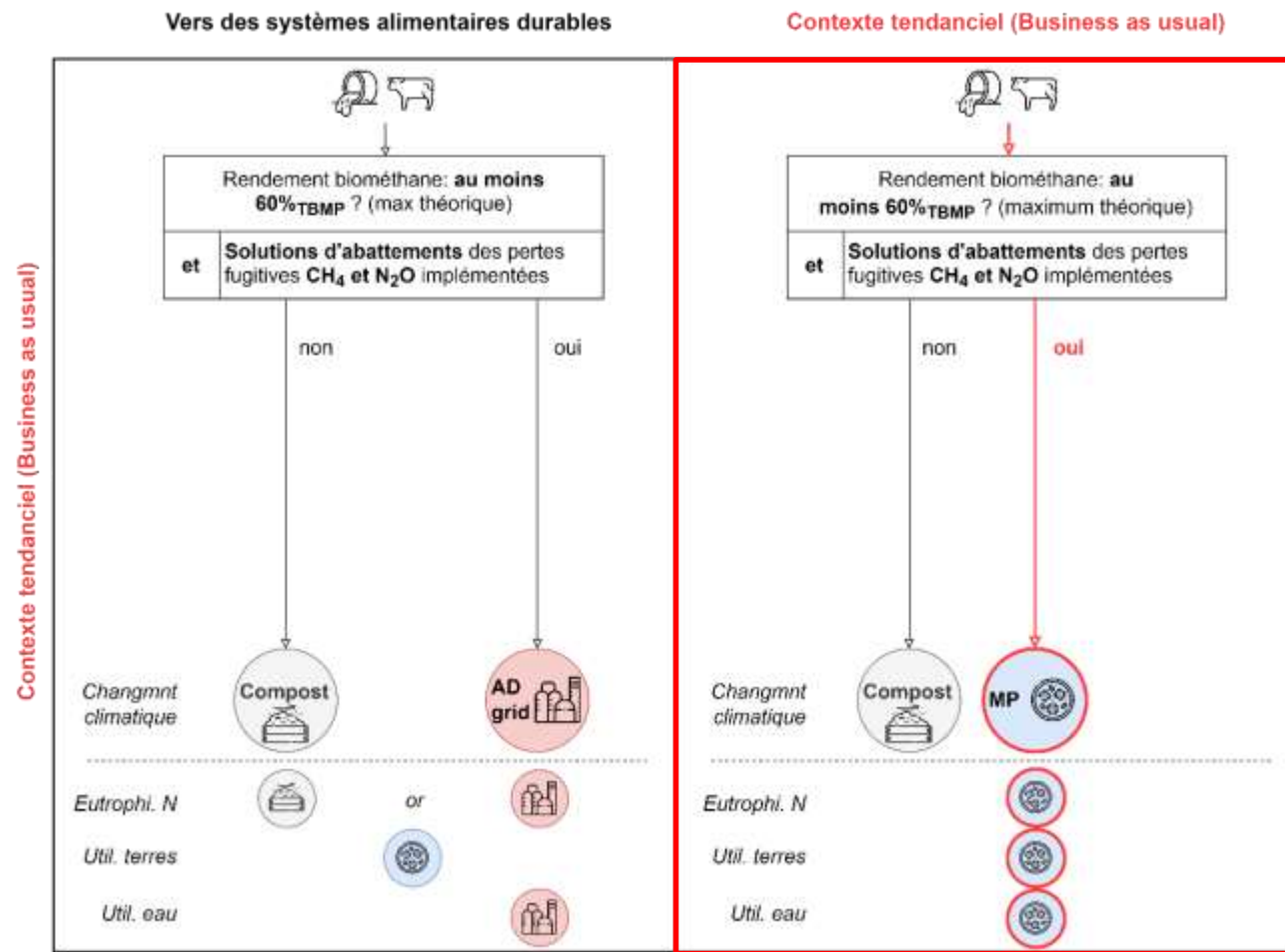
2/. Analyse de cycle de vie prospective

Quelle est la valorisation des effluents la plus vertueuse pour l'environnement?



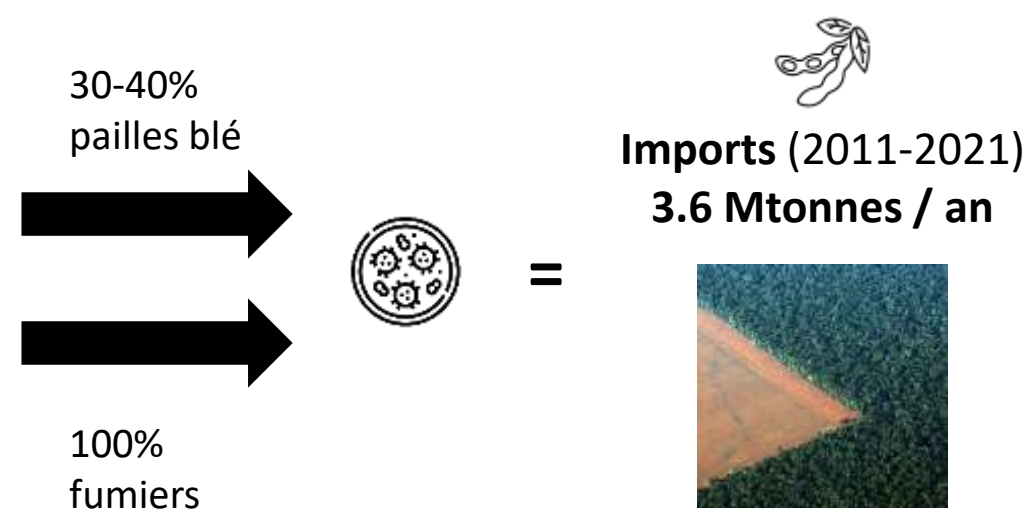
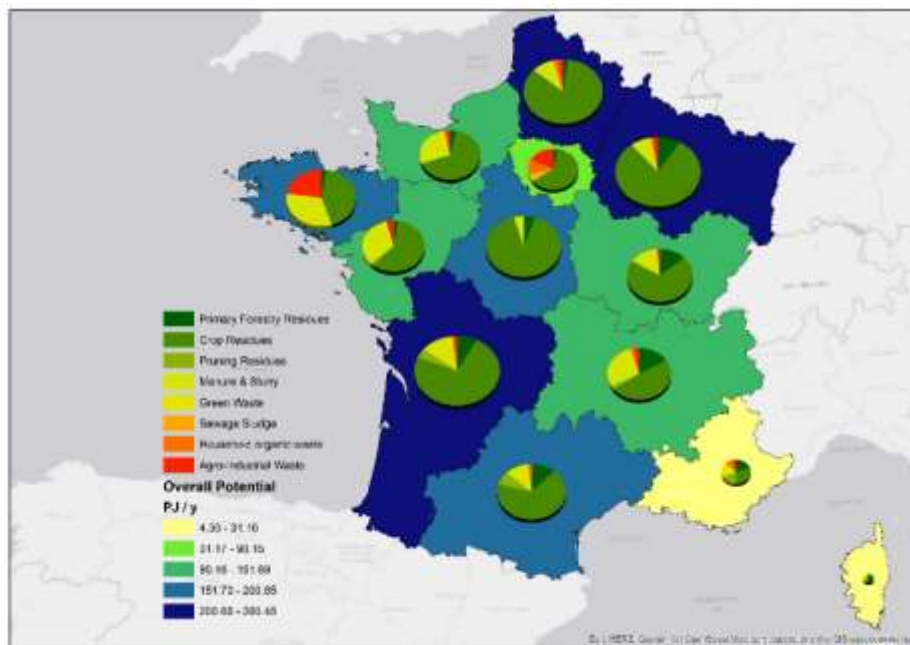
2/. Analyse de cycle de vie prospective

Quelle est la valorisation des effluents la plus vertueuse pour l'environnement?



3/. Perspectives de valorisation des biomasses résiduelles

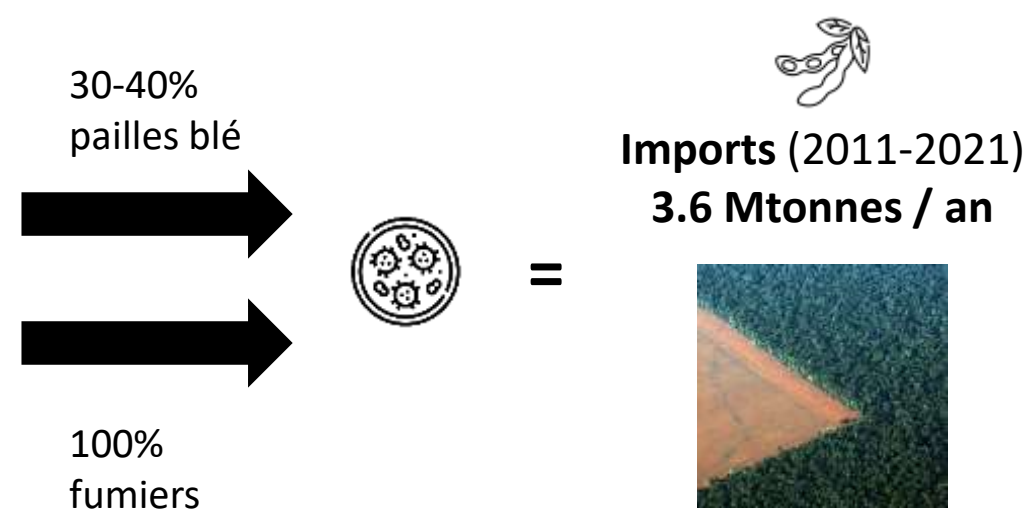
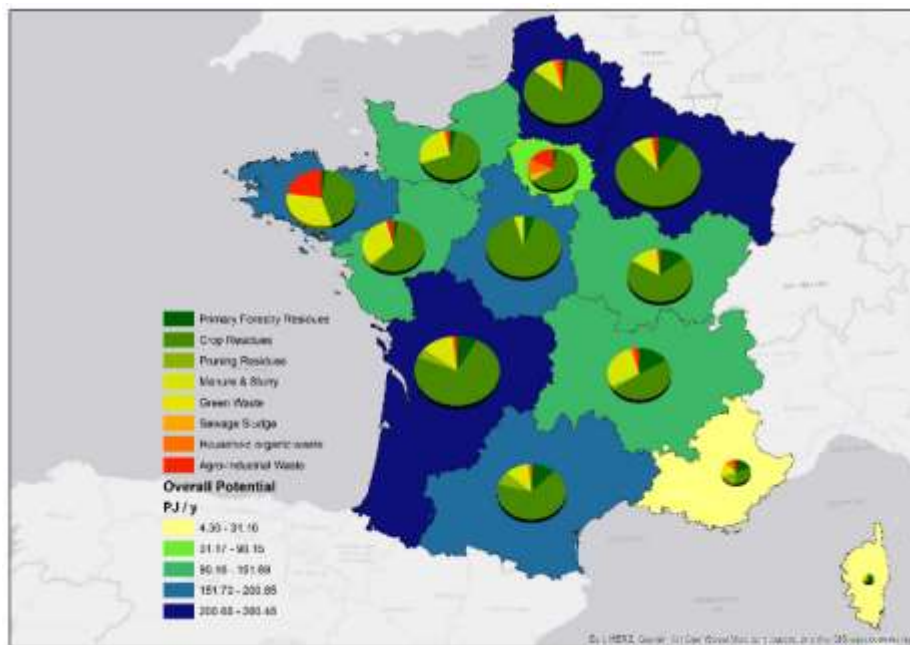
Quid production massive de protéines microbiennes?



3/. Perspectives de valorisation des biomasses résiduelles

Quid production massive de protéines microbiennes?

Nécessite 5-20% de la production d'électricité Française



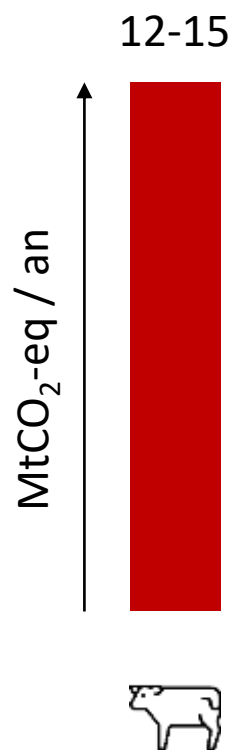
3/. Perspectives de valorisation des biomasses résiduelles

Quid production massive de protéines microbiennes?



3/. Perspectives de valorisation des biomasses résiduelles

Réduire l'impact environnemental des effluents d'élevage

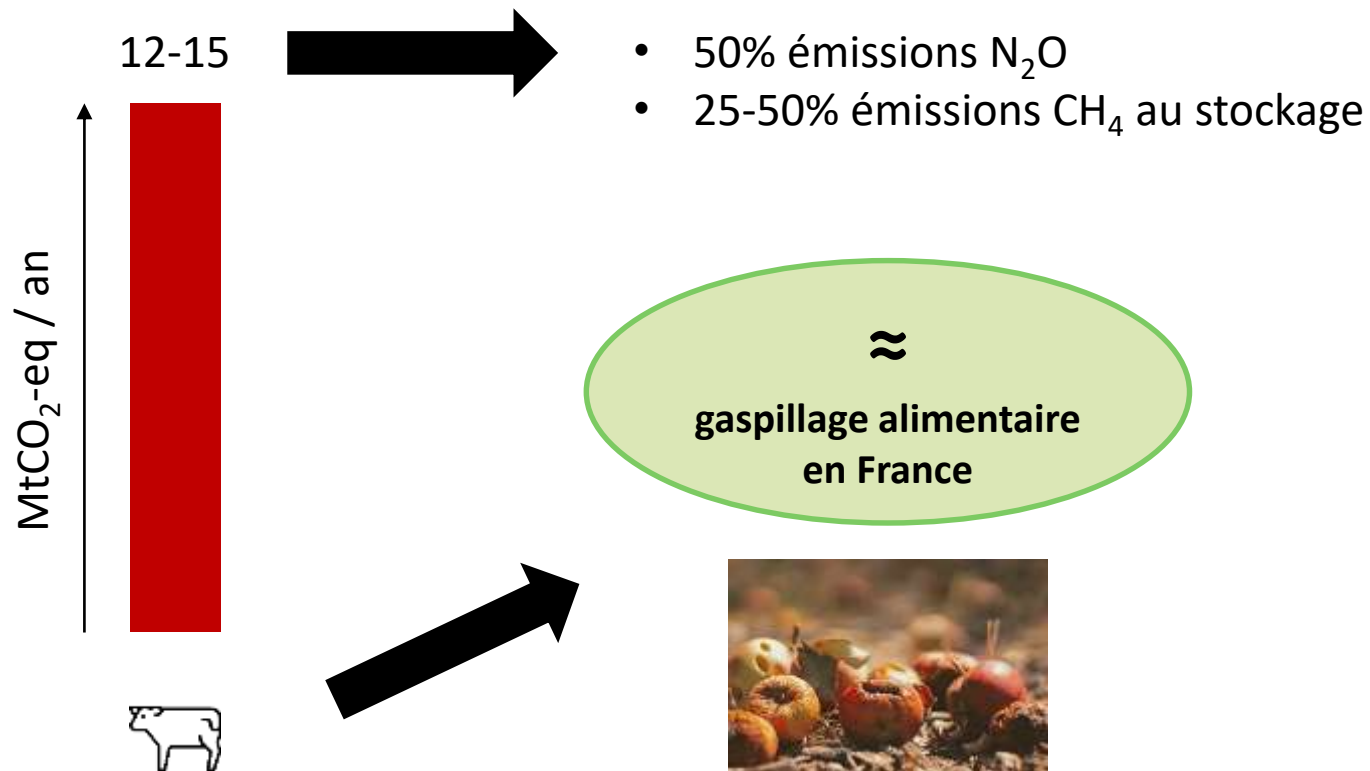


Gestion actuelle des effluents d'élevage en France



3/. Perspectives de valorisation des biomasses résiduelles

Réduire l'impact environnemental des effluents d'élevage



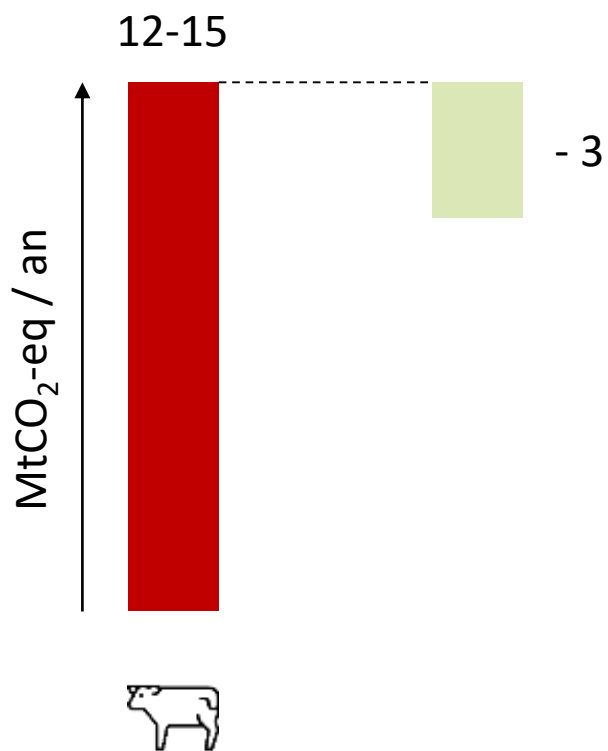
Gestion actuelle des effluents d'élevage en France



3/. Perspectives de valorisation des biomasses résiduelles

Réduire l'impact environnemental des effluents d'élevage

Action 1
Déployer les meilleures pratiques de gestion conventionnelle

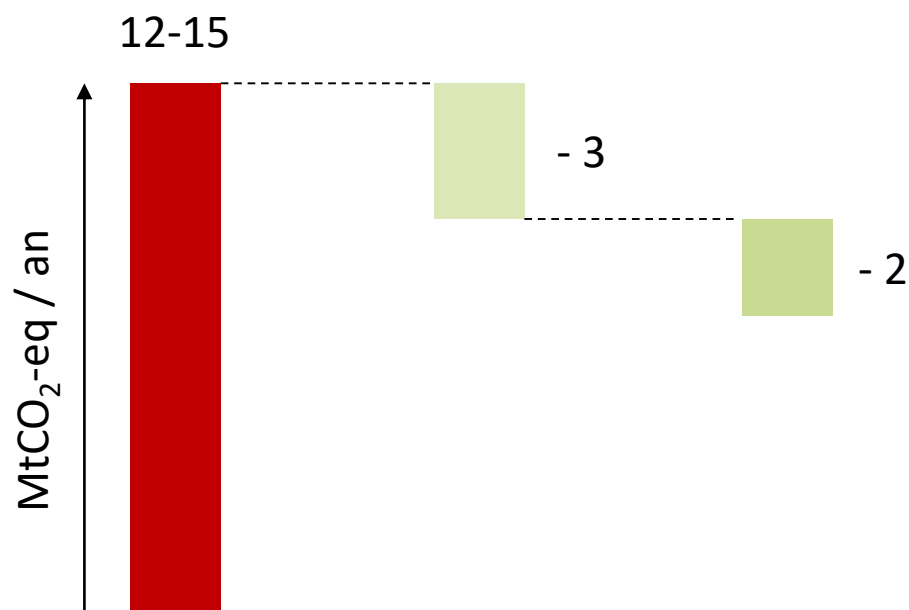


Gestion actuelle des effluents d'élevage en France



3/. Perspectives de valorisation des biomasses résiduelles

Réduire l'impact environnemental des effluents d'élevage



Gestion actuelle des effluents d'élevage en France

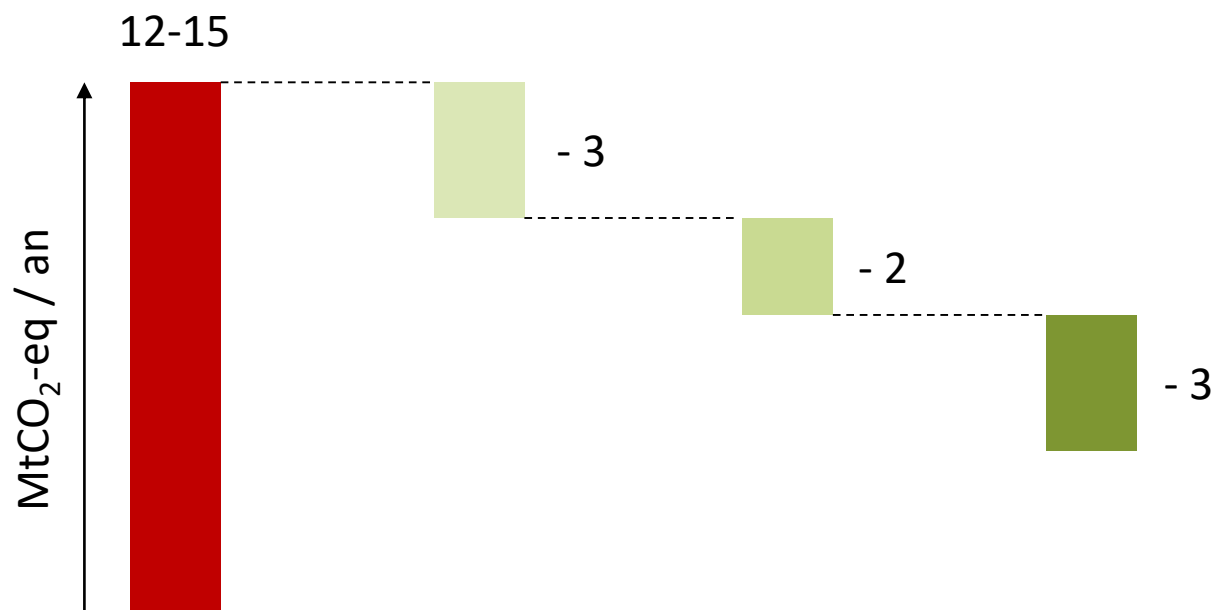
Action 1
Déployer les meilleures pratiques de gestion conventionnelle

Action 2
Atteindre 40% des effluents en méthanisation



3/. Perspectives de valorisation des biomasses résiduelles

Réduire l'impact environnemental des effluents d'élevage



Gestion actuelle des effluents d'élevage en France

Action 1
Déployer les meilleures pratiques de gestion conventionnelle

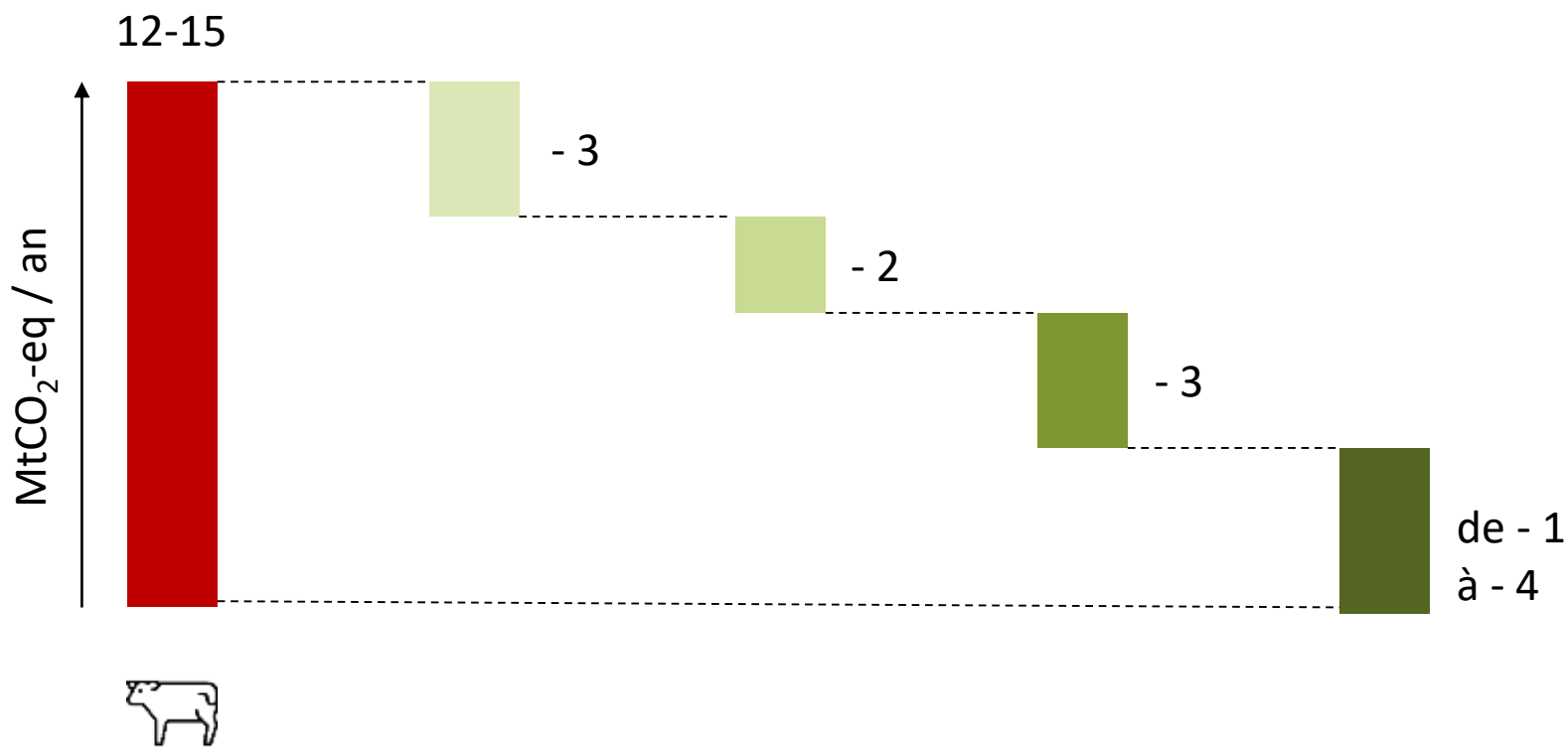
Action 2
Atteindre 40% des effluents en méthanisation

Action 3
Prioriser l'utilisation du biométhane là où pas d'alternatives au gaz naturel



3/. Perspectives de valorisation des biomasses résiduelles

Réduire l'impact environnemental des effluents d'élevage



Action 1
Déployer les meilleures pratiques de gestion conventionnelle

Action 2
Atteindre 40% des effluents en méthanisation

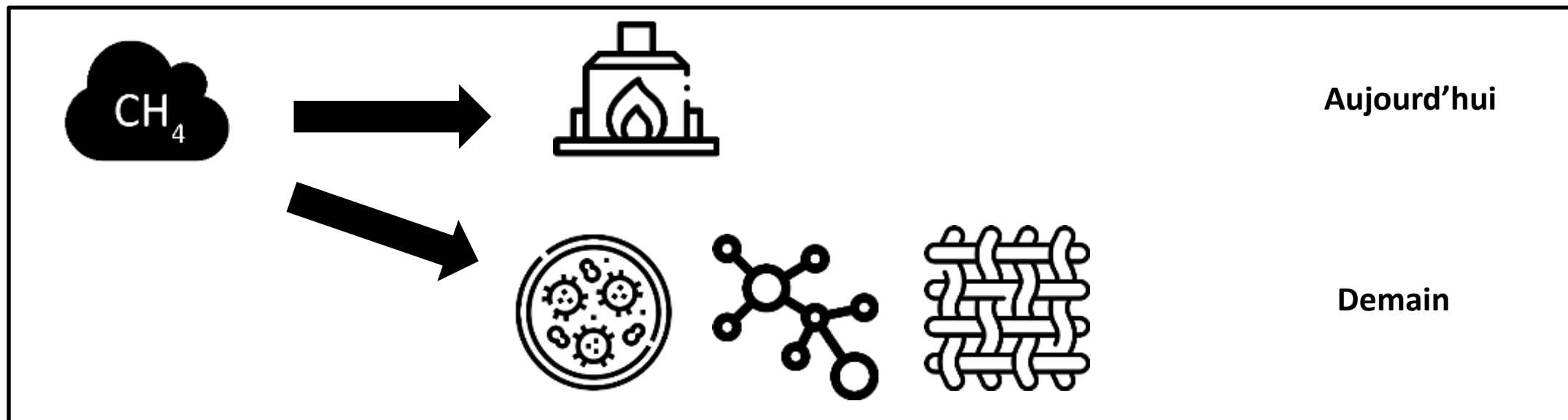
Action 3
Prioriser l'utilisation du biométhane là où pas d'alternatives au gaz naturel

Potentiel des protéines microbiennes

Gestion actuelle des effluents d'élevage en France



En résumé



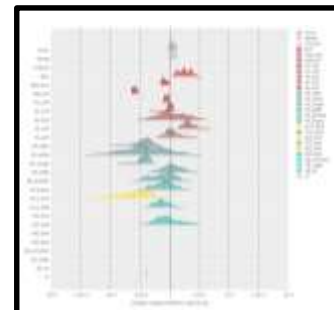
- Quels services prioriser lorsqu'une ressource est contrainte? / Quel est son meilleur usage (pour atténuer les impacts)
- Quel rôle de la méthanisation dans la bioéconomie?
- Le **biométhane ne substitue pas forcément le gaz naturel**

Analyse de cycle de vie
Anticiper les conséquences
environnementales en amont des
décisions d'investissement

Lien: Gisements et impacts des biomasses résiduelles



Lien: Etude complète sur protéines microbiennes



Merci

javourez@insa-toulouse.fr

Co-auteurs

Prof. Ligia Tiruta-Barna et Lorie Hamelin

TBI – INSA Toulouse

