Prospectives biomasse à l'horizon 2050 : dans quelle mesure peut-on expliquer les différences de projection ?

Corentin Pinsard, UMR ISPA, INRAE

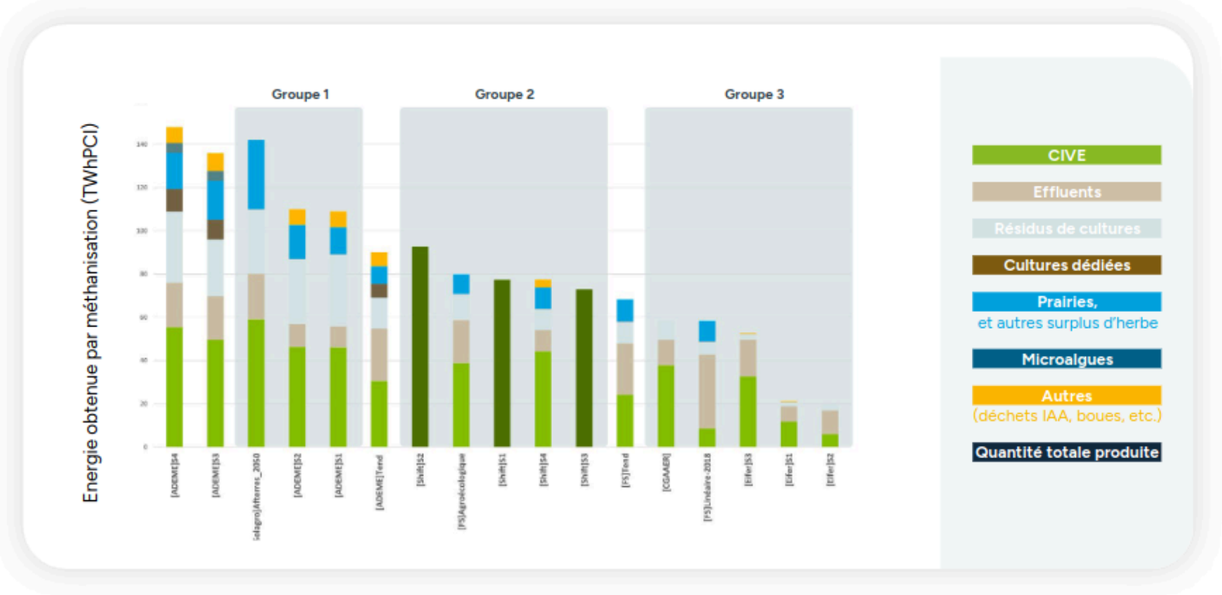
Josephine Demay, Bordeaux Sciences Agro - UMR ISPA, INRAE

Les travaux prospectifs sur la biomasse en France

- Un nombre croissant de prospectives portant sur la mobilisation de biomasse pour la production d'énergie en France, dans un contexte de substitution aux énergies fossiles et d'atténuation du changement climatique.

- Les travaux de comparaison des résultats issus de ces prospectives ont mis en évidence des différences importantes qu'on peine encore à expliquer, du fait d'hypothèses parfois incomplètement documentées et de différences de périmètres, de nomenclatures et d'unités. *(IGEDD et al. (2023), Académie d'agriculture de France et Académie des technologies (2025), Agrosolutions (2025))*

Figure 3 : Niveaux de production d'énergie obtenus par méthanisation issu des résultats de chaque scénario



(Agrosolutions, 2025)

Objectifs du travail

- A partir d'une *analyse systémique* des prospectives existantes, intégrant les arbitrages entre usages de la biomasse. :
  - Quelles differences dans les productions de bioenergies projetées à l'horizon 2050 ?
  - Qu'est-ce qui explique ces différences ?

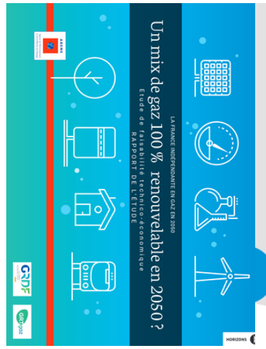
Objectifs de la présentation

- Présenter la démarche méthodologique, quelques résultats et leurs implications.
- Donner un aperçu des ressources qui seront mises à disposition.

Constitution d'un corpus de documents

Agricole

ADEME, GRDF, GRT gaz 2018



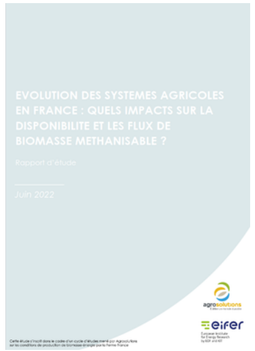
1 scenario

France Stratégie 2021



1 scenario
1 tendanciel

AgroSolutions 2022



3 scenarios

Malet et al. 2023



2 scenarios

FranceAgriMer 2024



1 scenario

The Shift Project 2024



4 scenarios

Solagro 2026



1 scenario

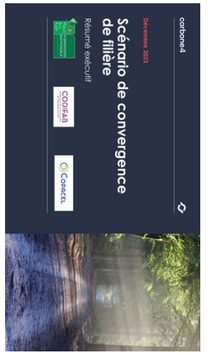
Sylvicole

Warnaffe et al. 2020



6 scenarios

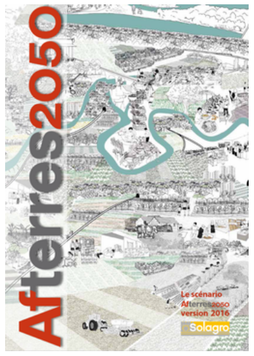
FranceForetBois-CODIFAB-COPACEL 2024



1 scenario

Agricole et Sylvicole

Solagro 2016



3 scenarios
1 tendanciel

ADEME 2021 et 2026



4 scenarios
1 tendanciel

WWF France 2022



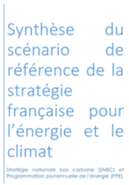
1 scenario

NegaWatt 2022



1 scenario

DGEC 2024 et 2026



1 scenario
1 tendanciel

ADEME 2024



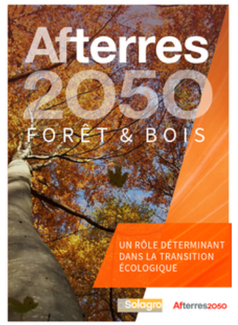
1 scenario

FNADE 2023



1 scenario
1 tendanciel

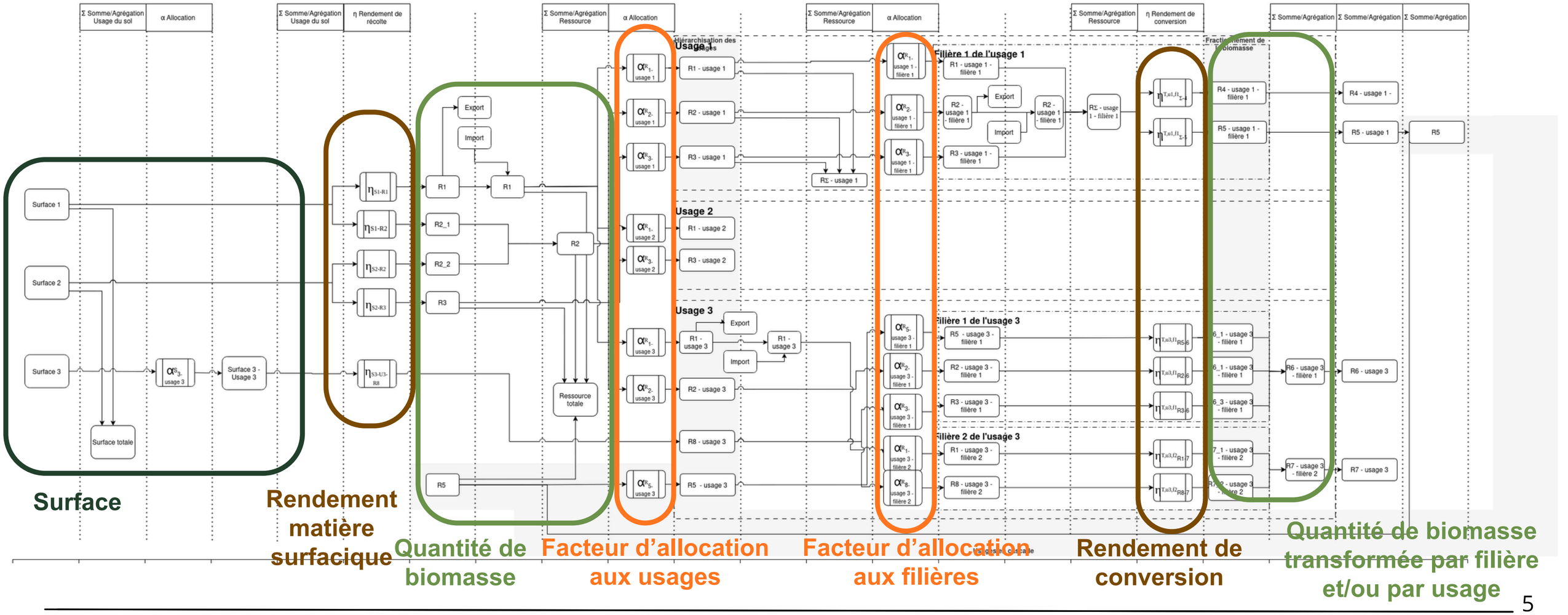
Solagro 2023



1 scenario

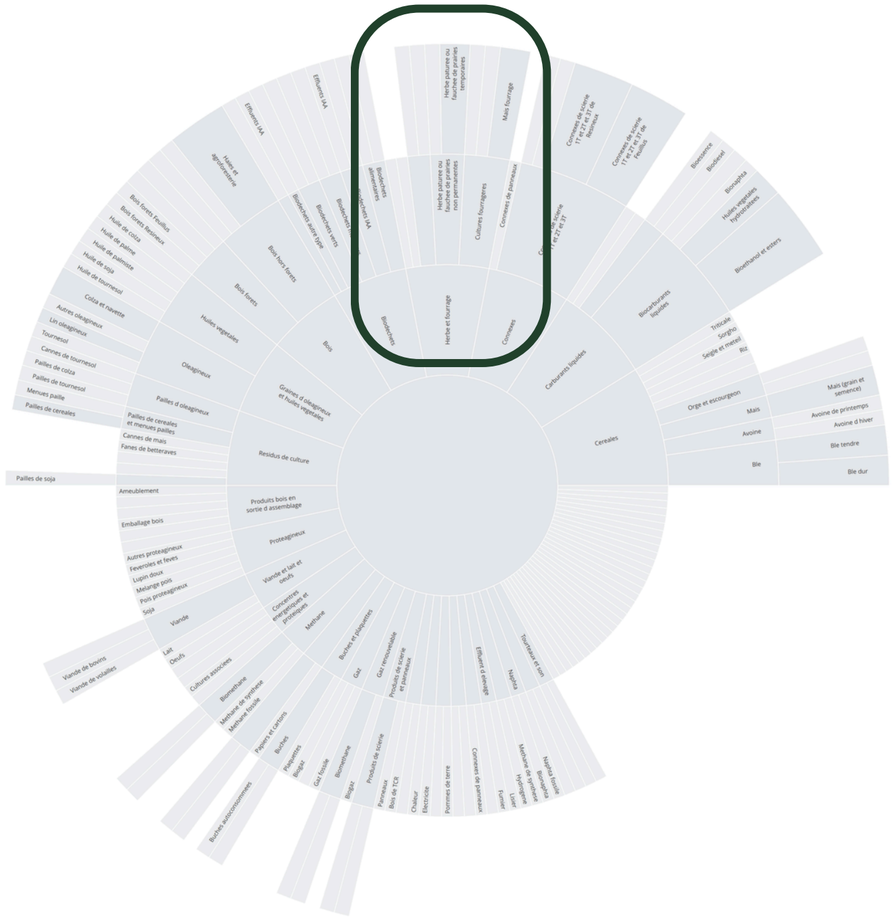
Création d'une base de donnée

Objectif: Homogénéiser les données fournies des différents travaux prospectifs afin de pouvoir les comparer



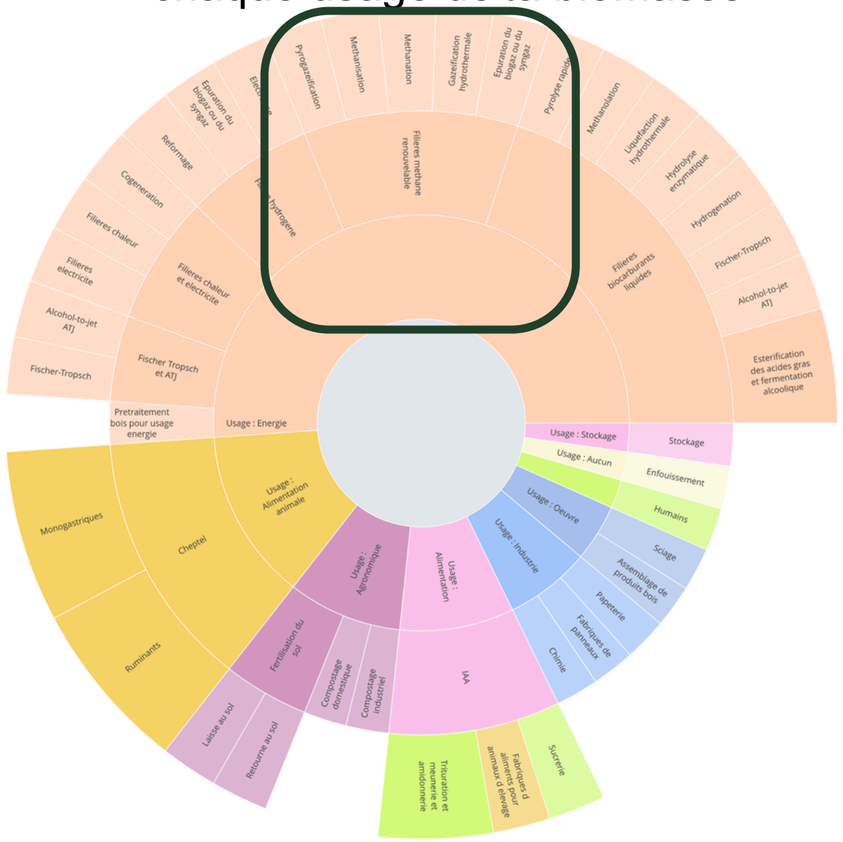
Nomenclature Ressources

Ensemble des ressources considérées


Herbe et fourrage
Cereales
Cultures fourrageres
Cultures fruitieres
Bois
Residus de culture
Oleagineux
Proteagineux
Viande et lait et oeufs
Concentres energetiques et proteiques
Methane
Biomethane
Methane de synthese
Methane fossile
Biocarburants fossiles
Biocarburants
Huiles vegetales hydrotraitees
Bioethanol et ethers
Biomasse
Biodiesel
Biomethane
Electricite
Chaleur
Bois bruts
Bois forets
Bois hors forets
Bois bruts feuillus
Bois bruts resineux
Bois forets feuillus
Bois forets resineux
Bois hors forets feuillus
Bois hors forets resineux
Bois bruts autres
Bois forets autres
Bois hors forets autres
Bois de chauffage
Bois industrie
Bois autres
Bois autres feuillus
Bois autres resineux
Bois autres autres
Bois energie
Bois d'industrie
Bois d'oeuvre
Bois autres
Bois autres feuillus
Bois autres resineux
Bois autres autres

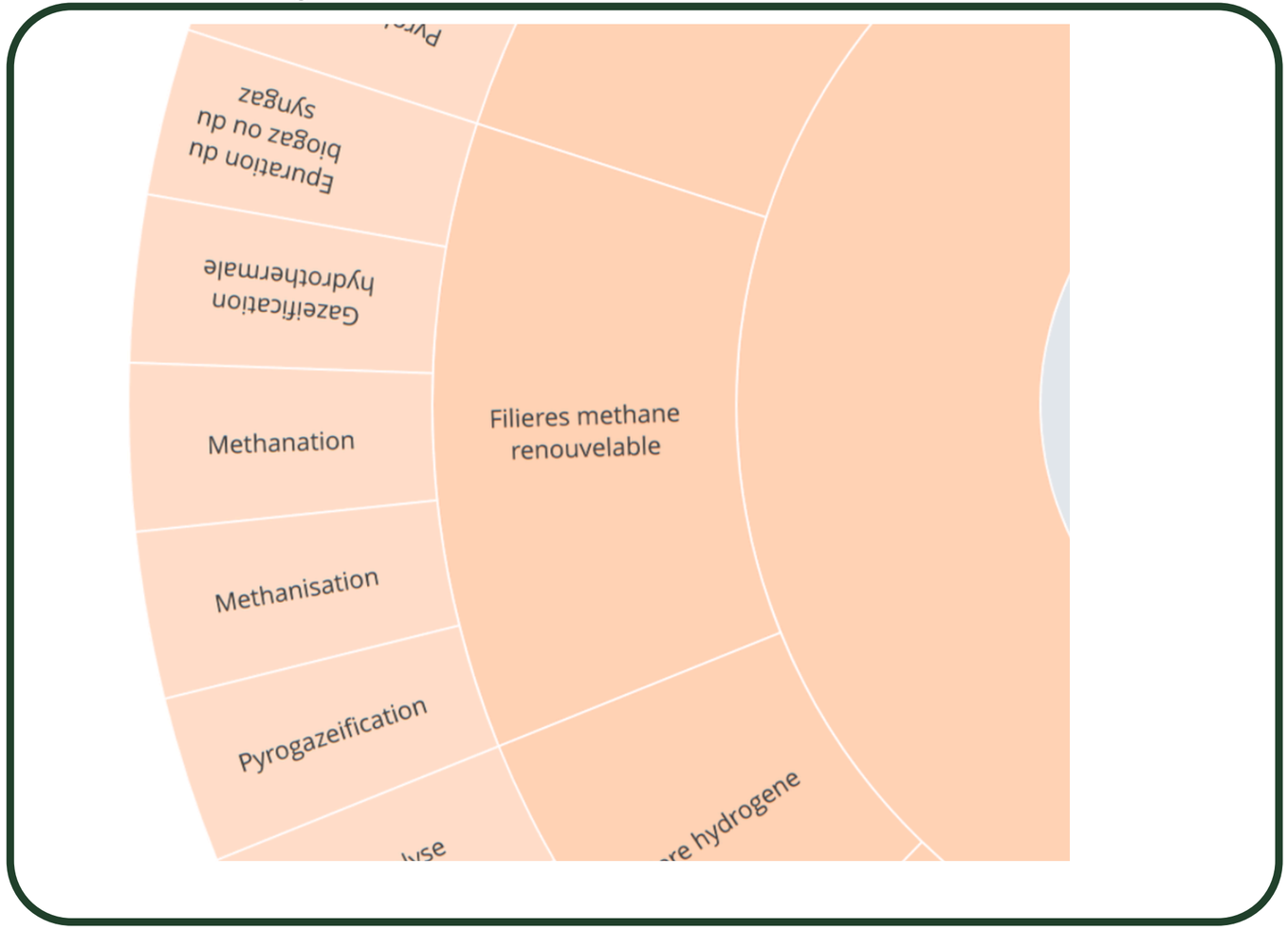
Nomenclature Filières

Sont représentés les filières associées à chaque usage de la biomasse

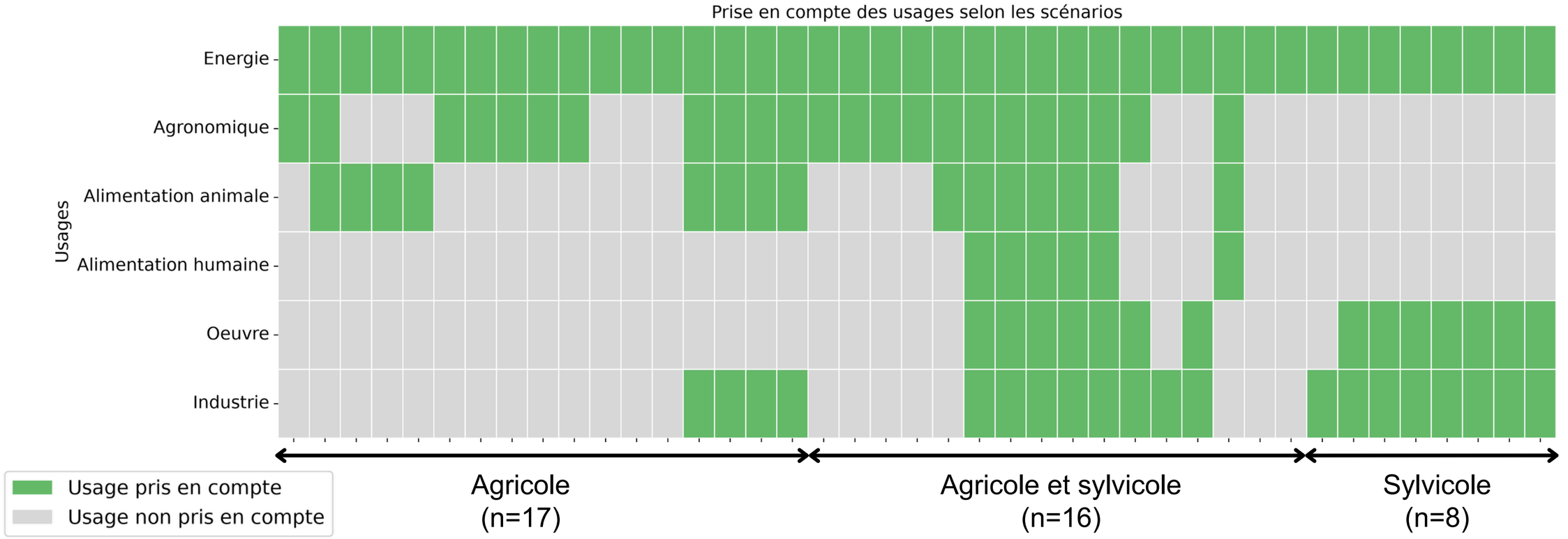


Energie | Alim. animale | Agronomique | Alim. humaine

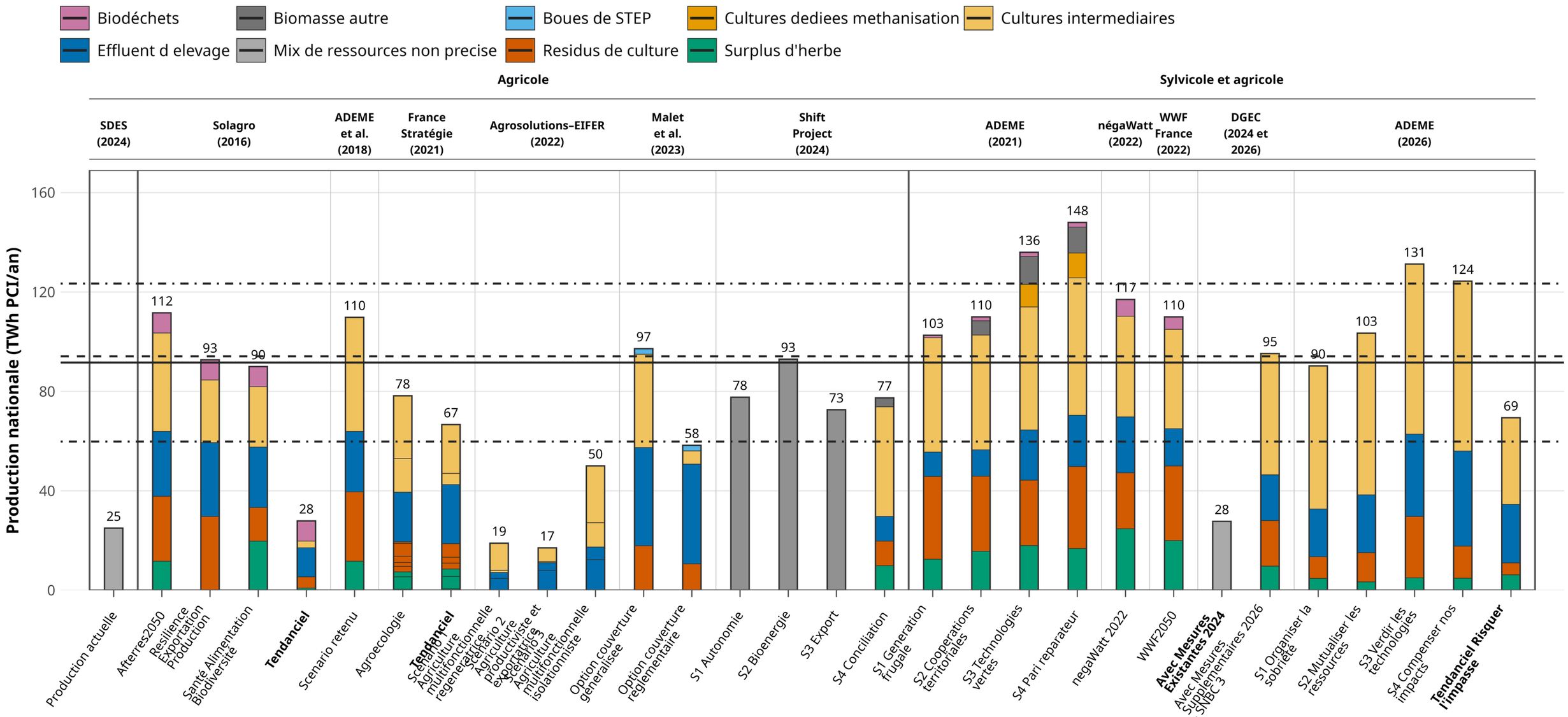
Zoom sur le groupe de filières “Méthane renouvelable”



Description des usages de la biomasse quantifiés par les prospectives du corpus



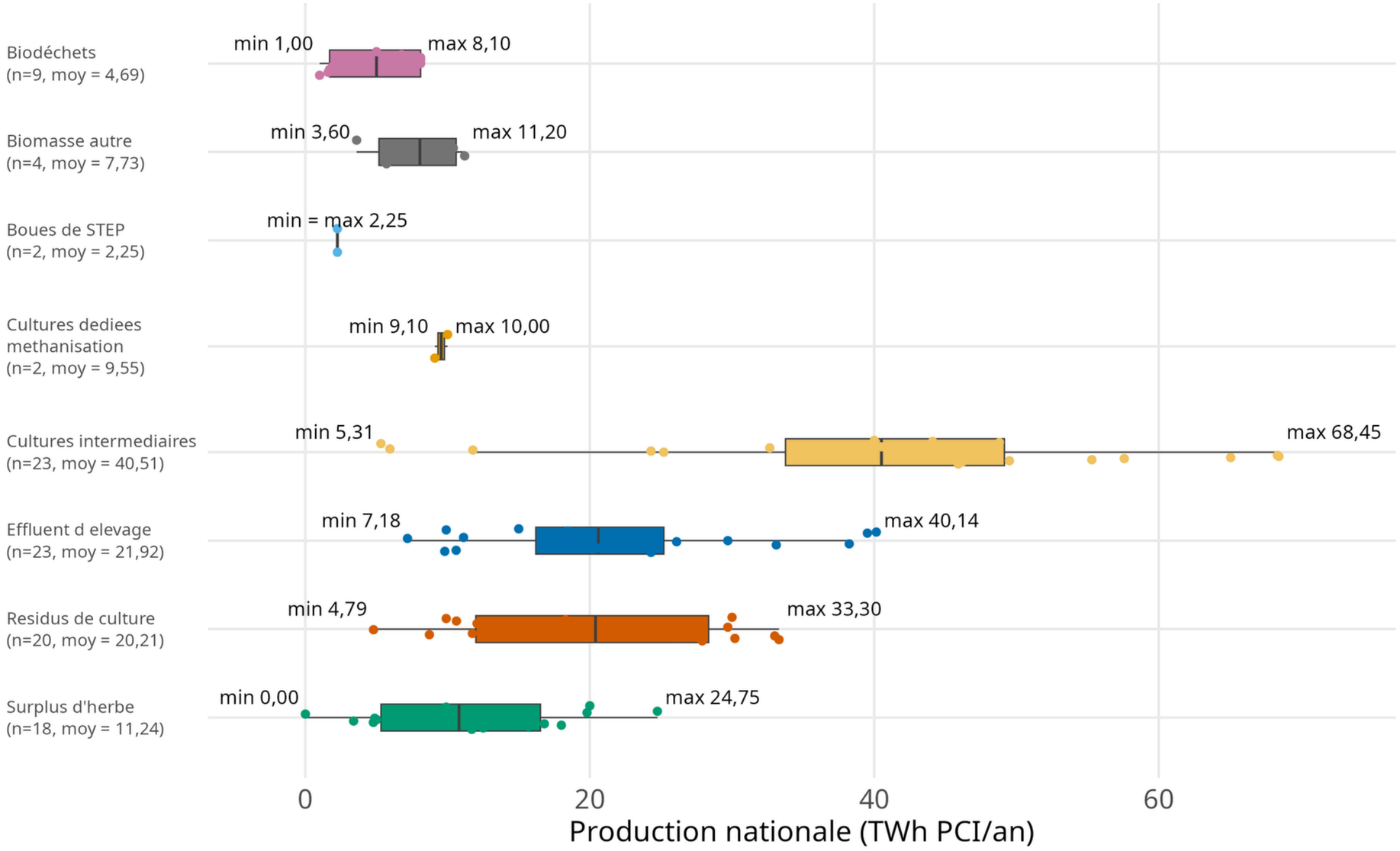
- La compétition entre usage énergie usage agronomique (=retour au sol) des biomasses est plutot bien explicité dans les études
- Peu d'études vraiment systémique (qui prennent en compte l'usage énergie et l'usage alimentation humaine de la biomasse)


Biodéchets
Biomasse autre
Boues de STEP
Cultures dediees methanisation
Cultures intermediaires
Effluent d elevage
Mix de ressources non precise
Residus de culture
Surplus d'herbe
Agricole
Sylvicole et agricole
SDES (2024)
Solagro (2016)
ADEME et al. (2018)
France Stratégie (2021)
Agrosolutions–EIFER (2022)
Malet et al. (2023)
Shift Project (2024)
ADEME (2021)
négaWatt (2022)
WWF France (2022)
DGEC (2024 et 2026)
ADEME (2026)
Production nationale (TWh PCI/an)
0
40
80
120
160
25
112
93
90
28
110
78
67
19
17
50
97
58
78
93
73
77
103
110
136
148
117
110
28
95
90
103
131
124
69
Production actuelle
Afterres2050
Resilience
Exportation
Production
Santé Alimentation
Biodiversité
Tendanciel
Scenario retenu
Agroecologie
Tendanciel
Scénario
Agriculture
multifonctionnelle
regenératrice
Scénario 2
Agriculture
productiviste et
exportatrice
Scénario 3
Agriculture
multifonctionnelle
isolationniste
Option couverture
généralisée
Option couverture
réglementaire
S1 Autonomie
S2 Bioenergie
S3 Export
S4 Conciliation
S1 Generation
frugale
S2 Cooperations
territoriales
S3 Technologies
Vertes
S4 Pari reparateur
negaWatt 2022
WWF2050
Avec Mesures
Existantes 2024
Avec Mesures
Supplementaires 2026
- SNBC 3
S1 Organiser la
sobriété
S2 Mutualiser les
ressources
S3 Verdir les
technologies
S4 Compenser nos
impacts
Tendanciel Risquer
l'impasse
Moyenne hors scénarios tendanciels : 92 TWh
Médiane hors scénarios tendanciels : 94 TWh
Écart-type autour de la moyenne : −32 / +32 TWh

Les gisements les plus mobilisés

1. Les CIVE
2. Les effluents d'élevage et les résidus de cultures
3. Les surplus d'herbe

Fortes disparités dans les projections de production de biogaz pour ces différents gisements



Quelles différences d'hypothèses contribuent le plus aux différences de production de biogaz ?

Pour chaque scénario

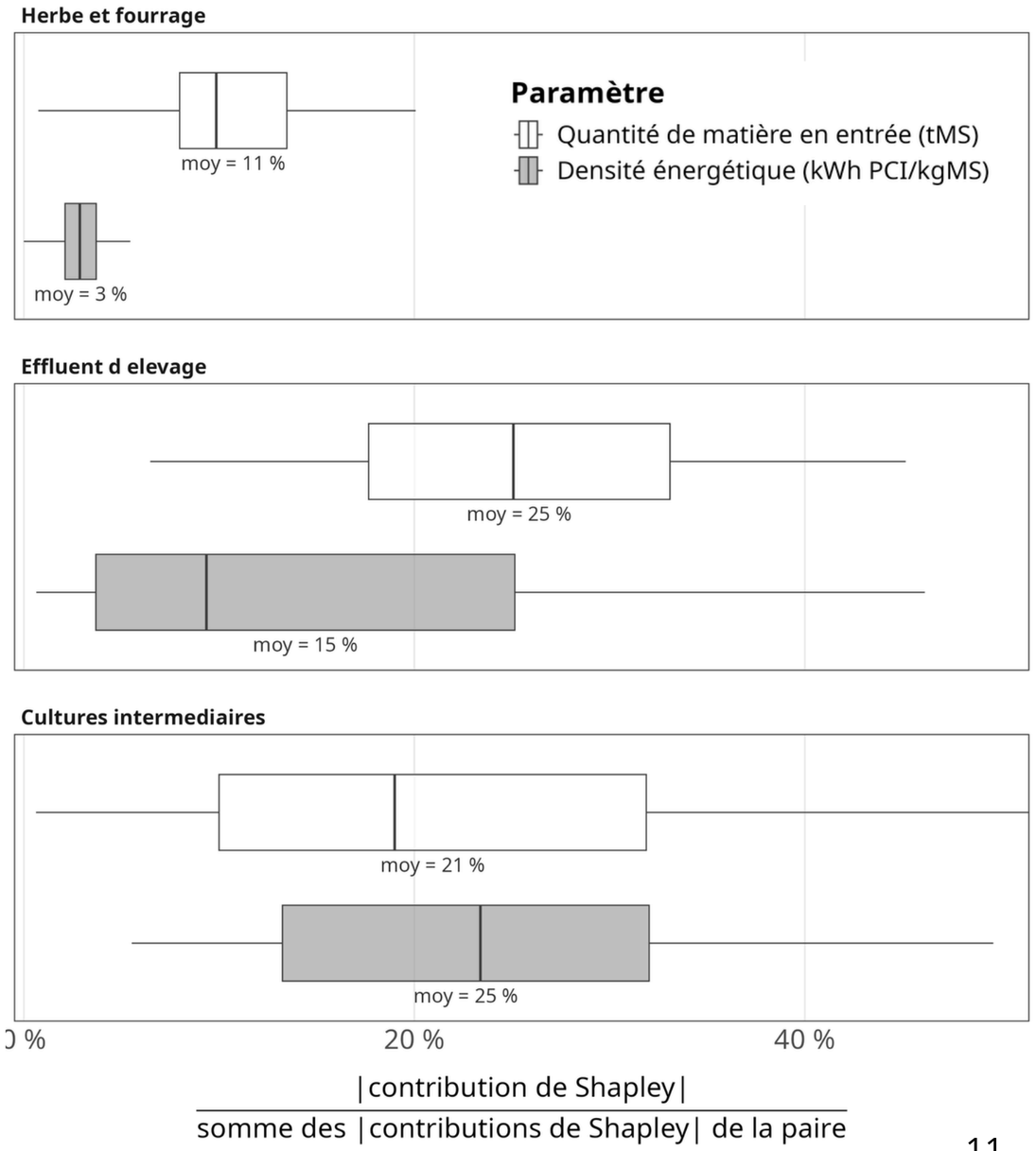
$$V_{biogas} = Q_{herbe} * \rho_{herbe} + Q_{effluent} * \rho_{effluent} + Q_{CIVE} * \rho_{CIVE}$$

$$\Delta V_{biogas} = V^1_{biogas} - V^2_{biogas}$$

Les paramètres qui expliquent le plus les différences sont:

- La quantité d'effluents allouée à la méthanisation
- La densité énergétique considérée pour les CIVE
- La quantité de CIVE allouée à la méthanisation

Nécessité d'homogénéiser les données utilisées pour les densités énergétiques



Approfondissement à venir de l'analyse

- Lorsque c'est possible, élargir l'analyse des contributions de Shapley aux paramètres de surfaces, rendement surfacique et facteur d'allocation
- Lorsque ce n'est pas possible, analyser les hypothèses discuter les différences d'hypothèses concernant ces paramètres

A retenir du travail



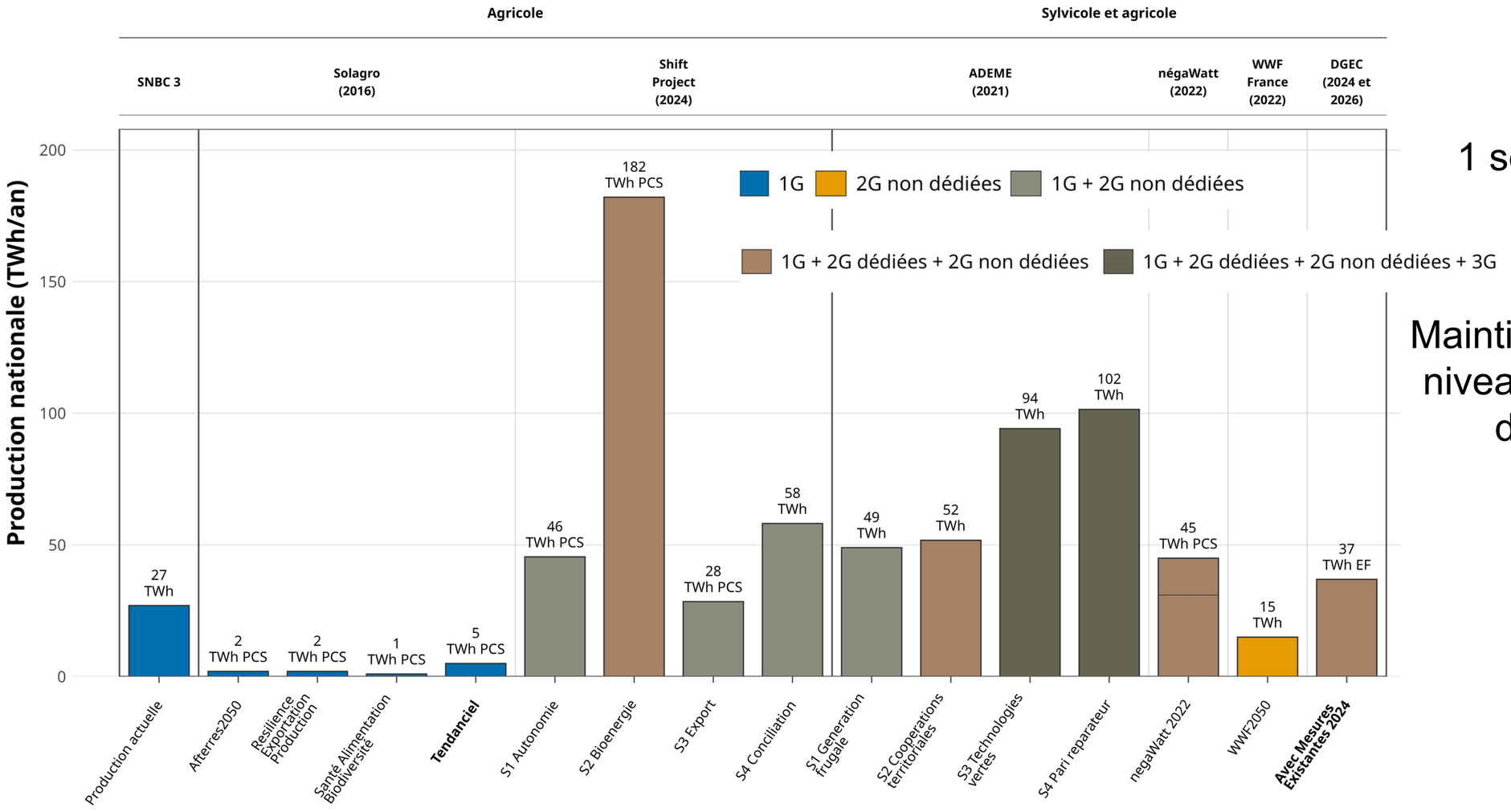
- Mise à disposition des **nomenclatures** ressources et filières
- Mise à disposition du **cadre d'analyse** pour la construction de futures prospectives

- Les rendements de conversion expliquent autant les différences de projection de biogaz que les quantités de biomasse allouées à la méthanisation → **Besoin d'homogénéiser les valeurs de densité énergétique**
- Peu d'études très systémique. Toutes s'appuient sur un seul modèle → **Diversifier les modèles mobilisés tout en conservant l'approche systémique.**

Recommendation pour les prospectivistes

- Besoin de **transparence** sur les données utilisées pour estimer les projections de biomasse transformée;
- Mettre à jour les estimations des rendements des cultures agricoles dans un contexte de changement climatique

Des projections variables pour les biocarburants liquides



1 seule étude abandonne les biocarburants 1G

Maintien de la production de 1G aux niveaux de production actuels sauf dans Solagro et NegaWatt