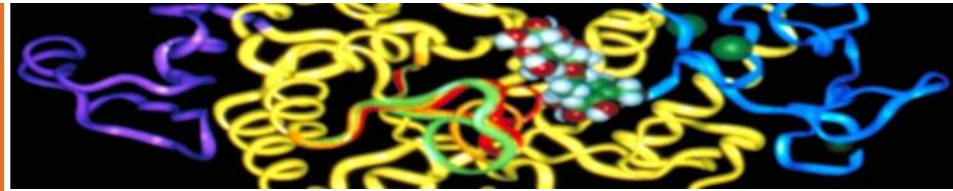


Environnement, usage des sols et carbone renouvelable

Illustration à partir du cas des biocarburants et
perspectives pour la biomasse

■ Stéphane De Cara
INRA UMR Economie Publique
Grignon



Carbone renouvelable

Défis / Motivation

- ❖ S'affranchir de la contrainte fossile
- ❖ Débouchés pour l'agriculture et la forêt
- ❖ Atténuation des émissions de GES
- ❖ Concurrence entre les usages des sols ?
- ❖ Effets sur les bilans GES ?

Carbone renouvelable et CAS

Questions

1. L'usage des sols est au centre des débats récents autour des effets environnementaux
Les CAS sont-ils de nature à remettre en cause le bilan GES des filières biomasse ?
2. L'ACV standard est démunie pour rendre compte des CAS (notamment indirects)
Quel(s) outil(s) pour l'évaluation environnementale des filières biomasse ?

Biocarburants et CAS

Principes

- ❖ **Les biocarburants : une demande additionnelle pour les produits agricoles**
 - Pression à la hausse sur les prix
 - Incitations pour les agriculteurs à accroître l'offre

- ❖ **Trois moyens de satisfaire cette demande**
 - Intensification
 - Substitution
 - Expansion

Biocarburants et CAS

Quelques définitions

❖ CAS directs

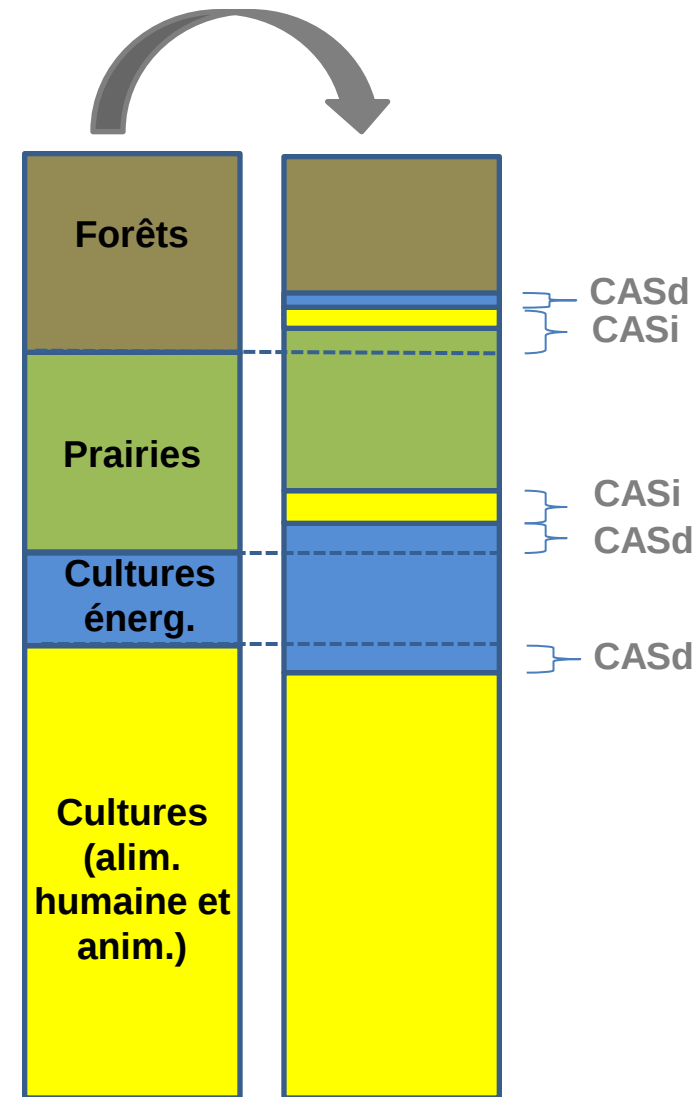
- Conversions vers des usages énergétiques

❖ CAS indirects

- Conversions vers des usages agricoles non-énergétiques

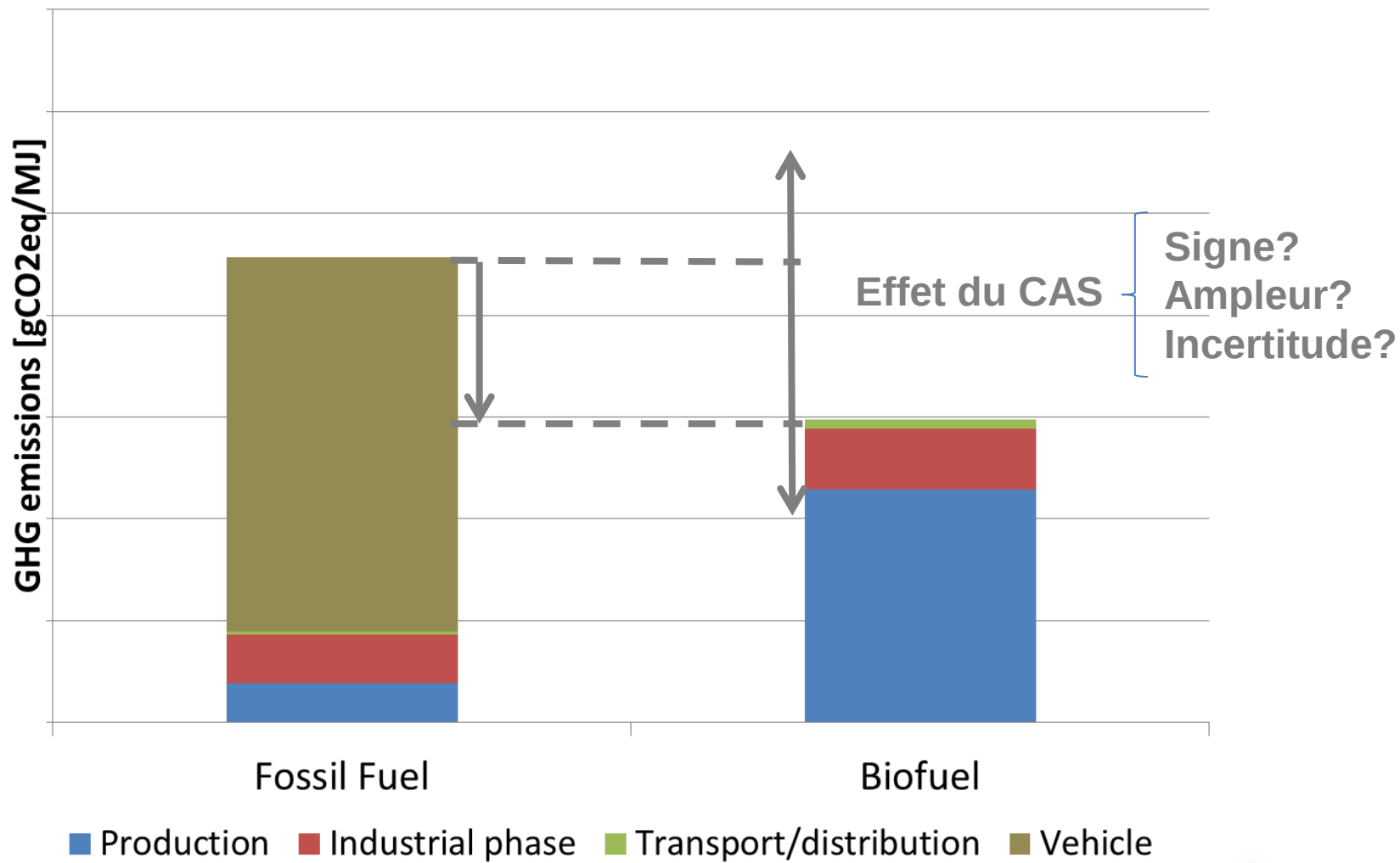
❖ Plusieurs facteurs ont un impact sur les CAS

- Comment isoler l'effet des BC?
- Nécessité de recourir à des modèles



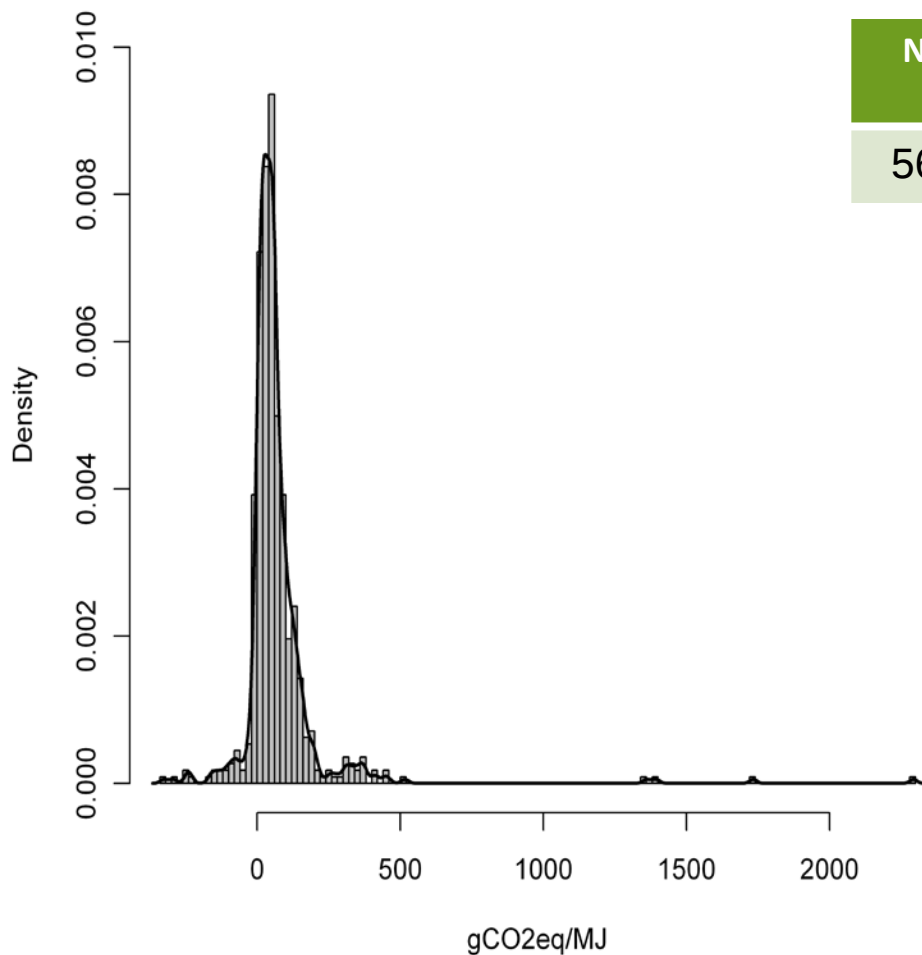
Biocarburants, CAS et émissions de GES

Comparaison carburant fossile et biocarburant



Une revue quantitative de la littérature

Distribution du facteur CAS (gCO₂eq/MJ, 20 ans)

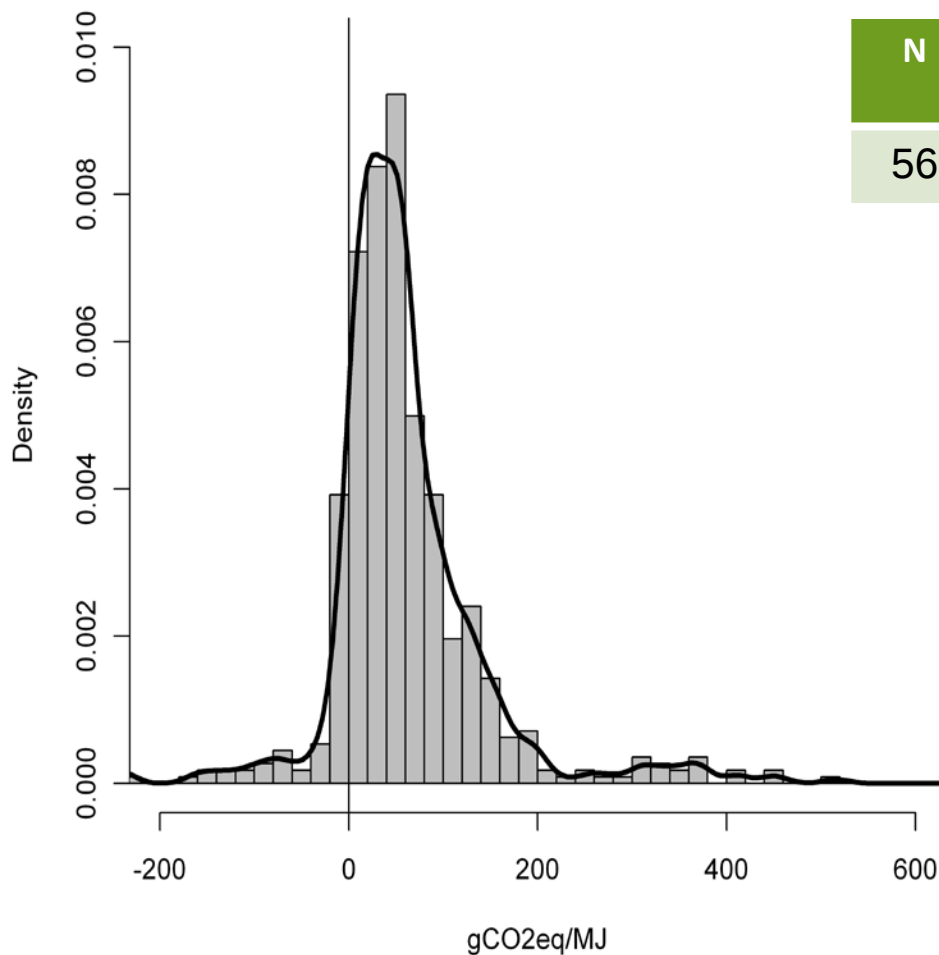


N	Moy.	Ecart-type	Méd.	Q1	Q3	min	max
561	71	165	48	18	87	-327	2293

- ❖ 561 évaluations du facteur CAS dans 71 références
- ❖ Variabilité importante
- ❖ Points extrêmes (la plupart > 0)

Une revue quantitative de la littérature

Distribution du facteur CAS (gCO₂eq/MJ, 20 ans)

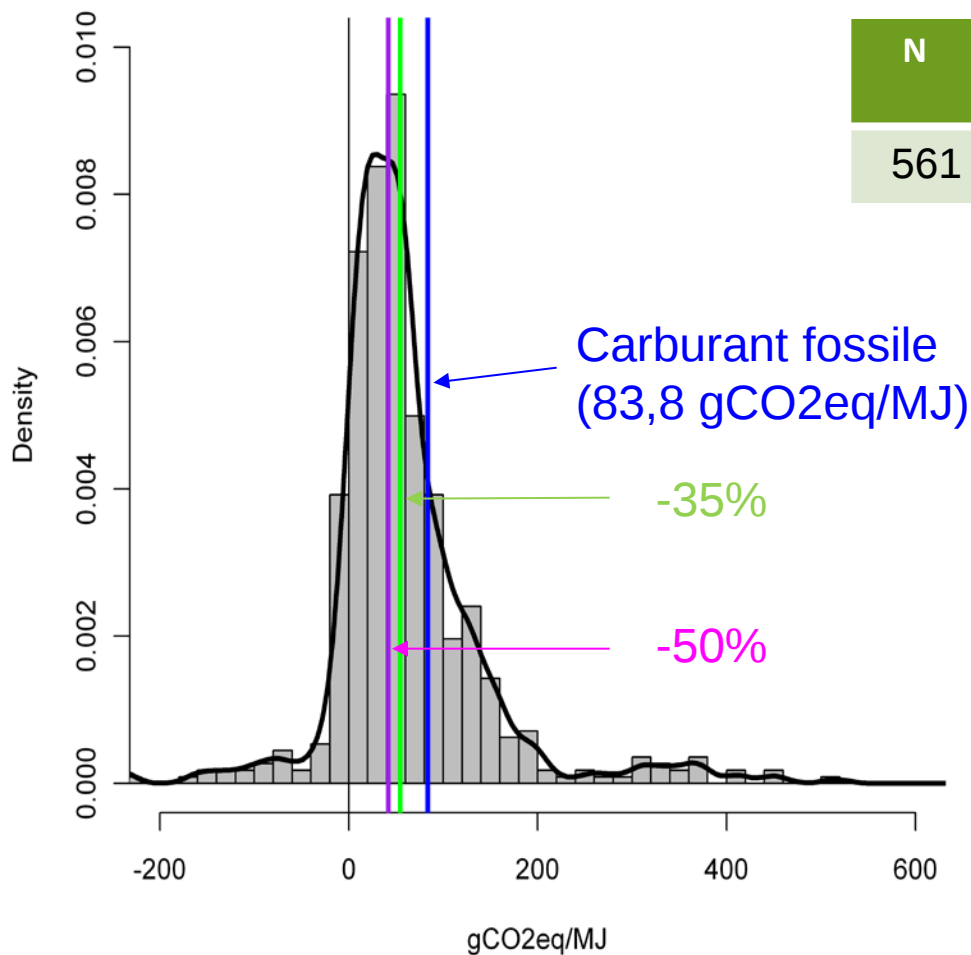


N	Moy.	Ecart-type	Méd.	Q1	Q3	min	max
561	71	165	48	18	87	-327	2293

- ❖ 561 évaluations du facteur CAS dans 71 références
- ❖ Variabilité importante
- ❖ Points extrêmes (la plupart > 0)

Une revue quantitative de la littérature

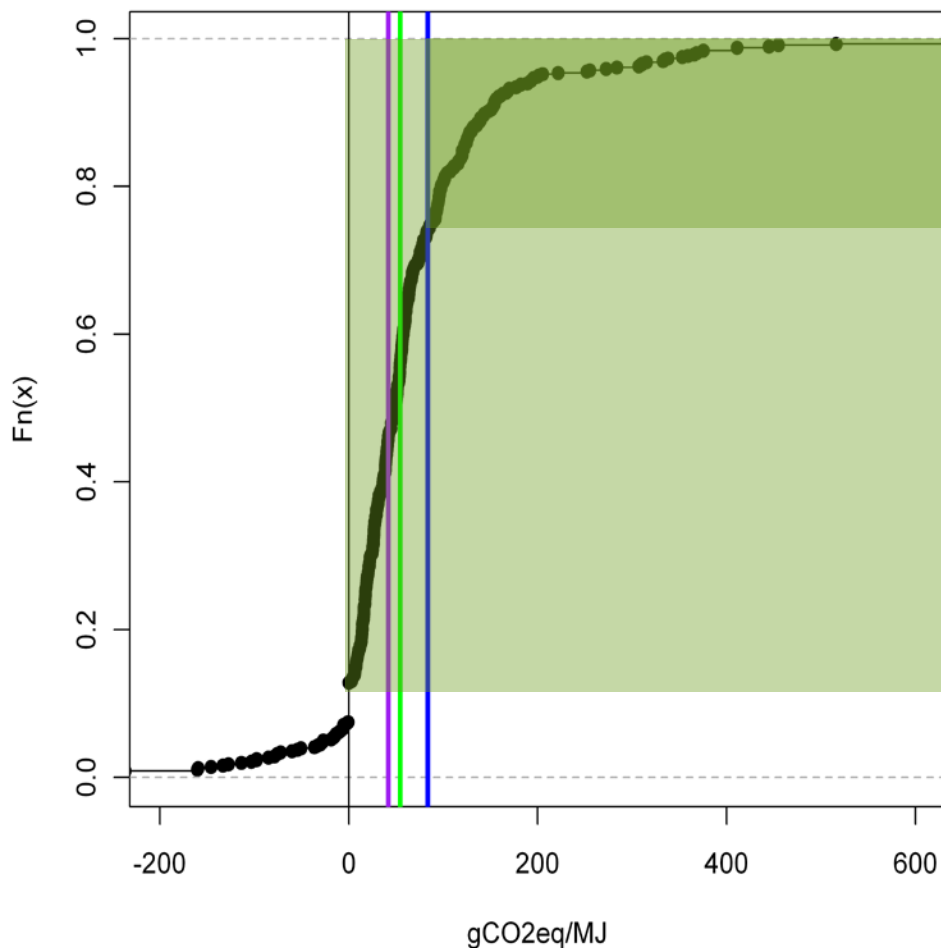
Distribution du facteur CAS (gCO₂eq/MJ, 20 ans)



- ❖ 561 évaluations du facteur CAS dans 71 références
- ❖ Variabilité importante
- ❖ Points extrêmes (la plupart > 0)

Une revue quantitative de la littérature

Cumulative du facteur CAS (gCO₂eq/MJ, 20 ans)

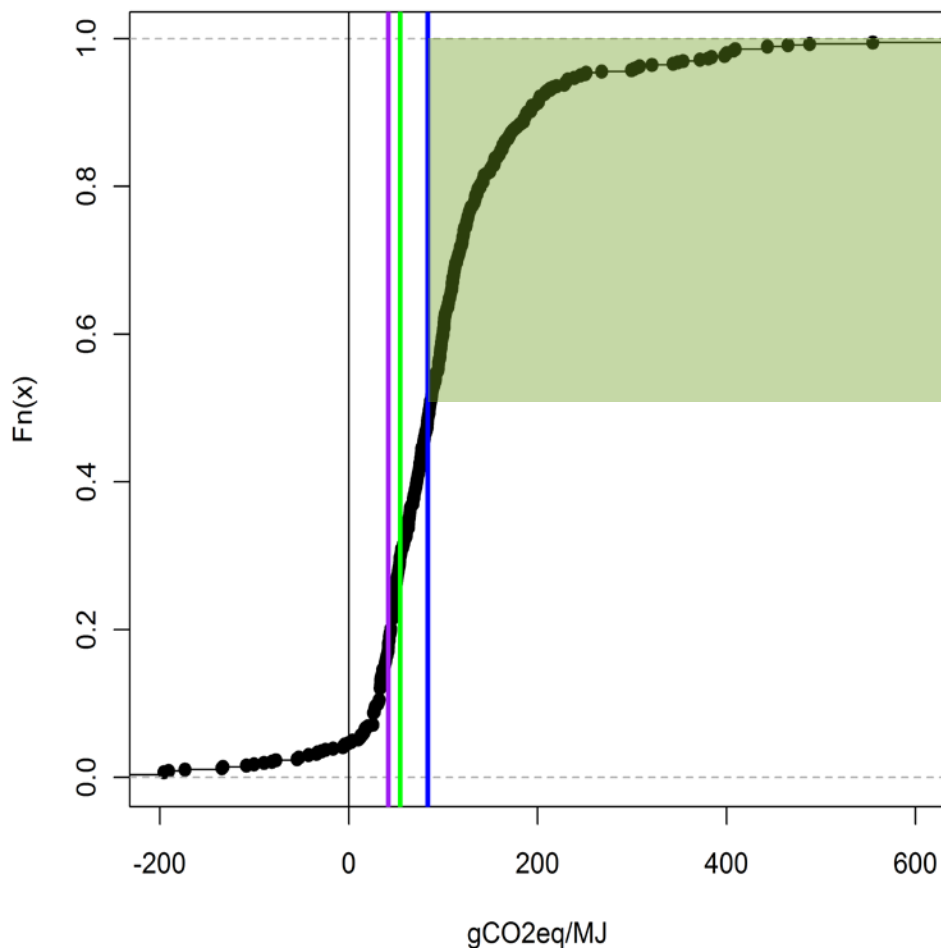


❖ 87% > 0 gCO₂e/MJ

❖ 26% > carburant
fossile

Une revue quantitative de la littérature

Cumulative du facteur CAS+ ACV (gCO₂eq/MJ, 20 ans)



- ❖ 95% > 0 gCO₂eq/MJ
- ❖ 52% > carburant fossile
- ❖ Les évaluations diffèrent
 - Par l'approche, le statut
 - L'échelle, la résolution
 - Les scénarios, hypothèses

Méta-analyse

Objectifs

- ❖ Traitement statistique des résultats de la littérature
- ❖ Quantifier les effets des hypothèses sur l'évaluation du facteur CAS
- ❖ Méta-modèle permet de comparer résultats
« **toutes choses égales par ailleurs** »

Méta-analyse

Principaux déterminants du facteur CAS

❖ Le type de biocarburant compte

- Ethanol (-) vs. biodiesel (+), 2ème génération (-)

❖ Le type de CAS considérés compte

- Effets tourbières (+), déforestation en Amérique Latine (+)

❖ Les mécanismes de marché comptent

- Effets endogènes des prix : rendements (-) et demande (-)

❖ L'approche compte

- Modèles économiques (+) vs. études conséquentielles (-)

Biocarburants, CAS et émissions de GES

Trois questions

1. Signe

Facteur CAS > 0 dans près de 90% des études

⇒ **Doivent être comptabilisés dans l'évaluation des BC**

2. Ampleur

Pour le même jeu d'hypothèses (contexte EU): 60-72 gCO₂eq/MJ

⇒ **Pas exclu que les BC émettent plus que le carburant fossile**

3. Incertitude/variabilité

La variabilité vient en partie de différences dans les hypothèses

⇒ **La variabilité seule ne justifie pas d'ignorer CAS**

Carbone renouvelable, CAS, environnement

Quelle méthode ?

- ❖ **L'ACV attributive est démunie face aux CASi**
 - Evaluation intégrative, description fine des procédés, structurante dans le débat public
 - Description des procédés fondée sur la complémentarité
 - CASi « percute » les frontières du système
- ❖ **Développement des ACV *conséquentielles***
- ❖ **Modèles économiques d'équilibre**
- ❖ ***Résultats différents : Lié à la méthode ?***

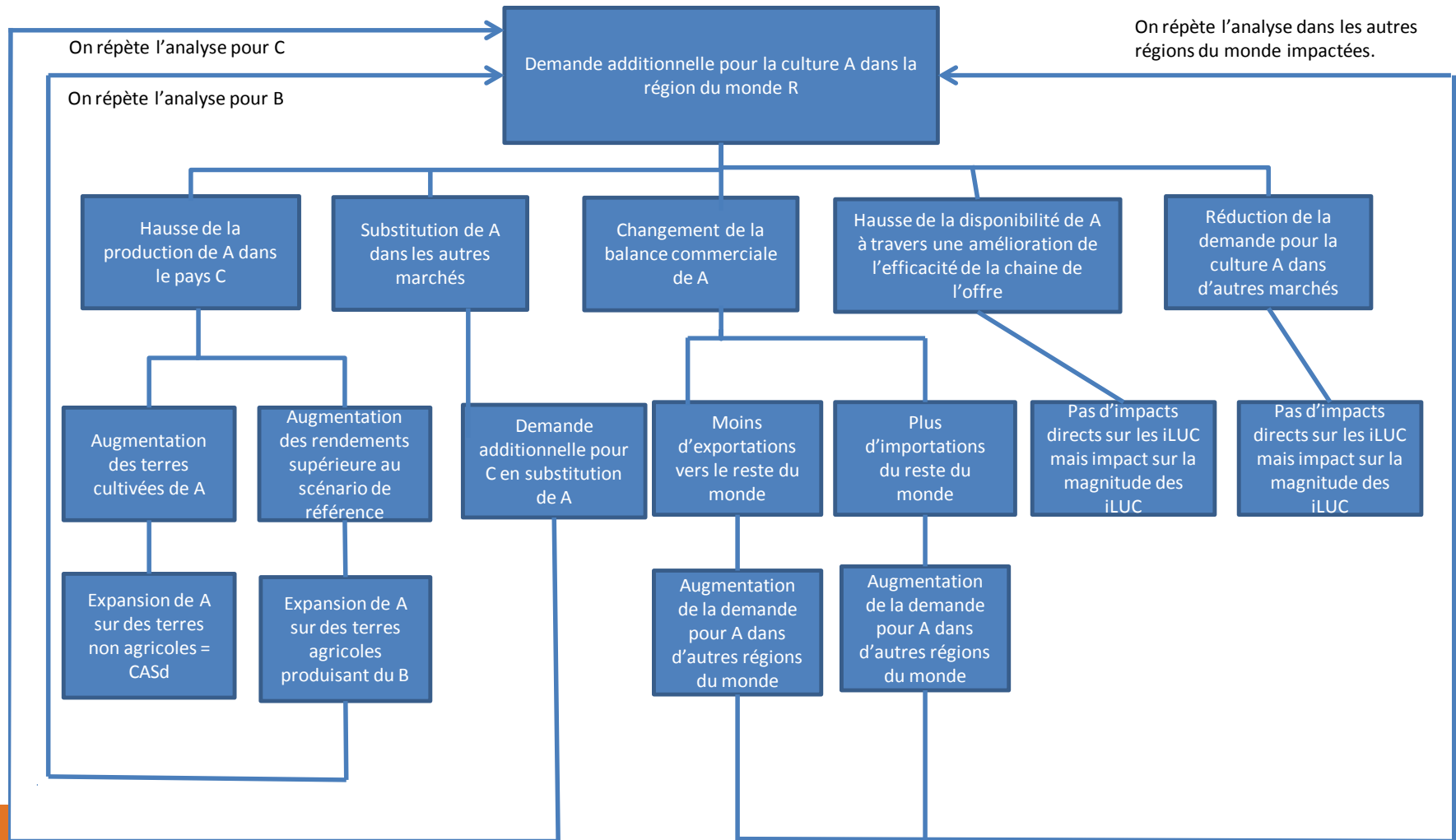
Carbone renouvelable, CAS, environnement

ACV conséquentielles

- ❖ Etend le cadre de l'ACV attributive
- ❖ Intègre les CAS sous forme de scénarios sur les variations induites des quantités et des surfaces
- ❖ Décomposition des CAS
- ❖ Cohérence de la représentation des procédés

Carbone renouvelable, CAS, environnement

ACV conséquentielles



Carbone renouvelable, CAS, environnement

Modèles économiques

- ❖ Structure agrégée, description frustrée des procédés
- ❖ Prise en compte de la concurrence entre usages
- ❖ Permettent de simuler des équilibres « avec » et « sans » développement de la biomasse
- ❖ Cohérence repose sur la représentation des comportements et le maintien de l'équilibre

Carbone renouvelable, CAS, environnement

Modèles économiques vs. ACV conséquentielles

- ❖ Modèles économiques
 - ❖ Plus adaptés à la prise en compte des effets de intensification/substitution/expansion
 - ❖ Difficile d'introduire des filières innovantes
- ❖ ACV Conséquentielles
 - ❖ Formalisme proche de l'ACV
 - ❖ Meilleure description des procédés/processus
- ❖ **Vers une meilleure articulation ?**

Carbone renouvelable, CAS, environnement

Quelles implications ?

- ❖ Le problème des CAS ne se pose pas de la même manière pour toutes les filières
 - ❖ Concurrence sur les usages / sur la terre (résidus, algues,...)
 - ❖ Quantités et surfaces en jeu
- ❖ Importance des contraintes sur les facteurs de production
- ❖ Pas uniquement l'effet de serre (eau, biodiversité)

Carbone renouvelable, CAS, environnement

Conclusion

- ❖ Importance de:
 - ❖ Contraintes sur les ressources
 - ❖ Définir clairement les objectifs assignés au développement de la biomasse
- ❖ « Economie circulaire »
 - ❖ Meilleure efficacité dans l'utilisation des ressources
 - ❖ S'affranchir des contraintes

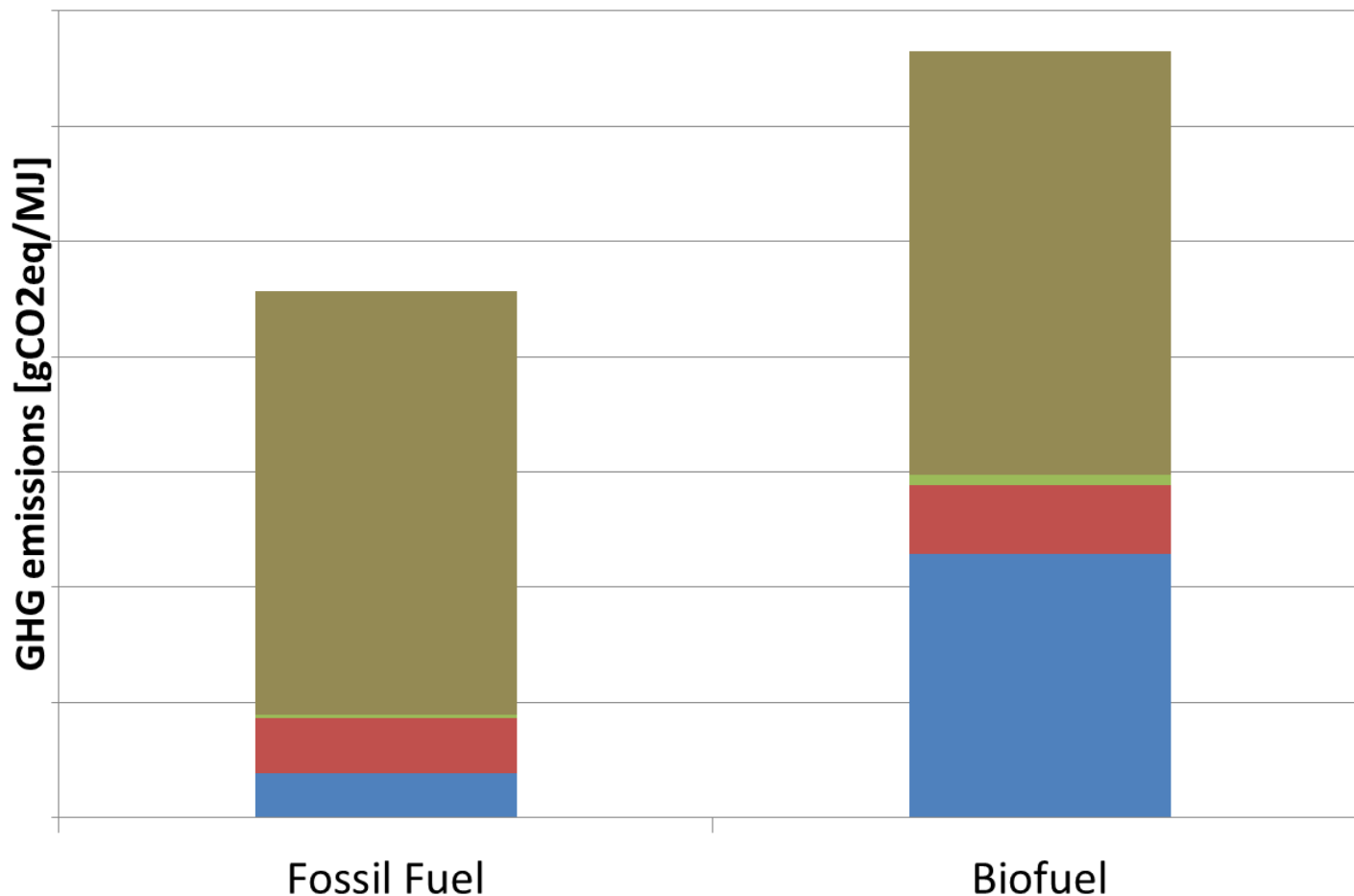
Références

De Cara, S. (coord.); Goussebaille, A.; Grateau, R.; Levert, F.; Quemener, J.; Vermont, B. (2012), 'Revue critique des études évaluant l'effet des changements d'affectation des sols sur les bilans environnementaux des biocarburants'. Rapport final. Etude financée par l'ADEME. INRA UMR Economie Publique, Grignon, France, 96 pp.

Laborde, D. (2011), Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies. Final report. Study financed by the European Commission, DG Trade. IFPRI, Washington, DC, USA.

Biocarburants, CAS et émissions de GES

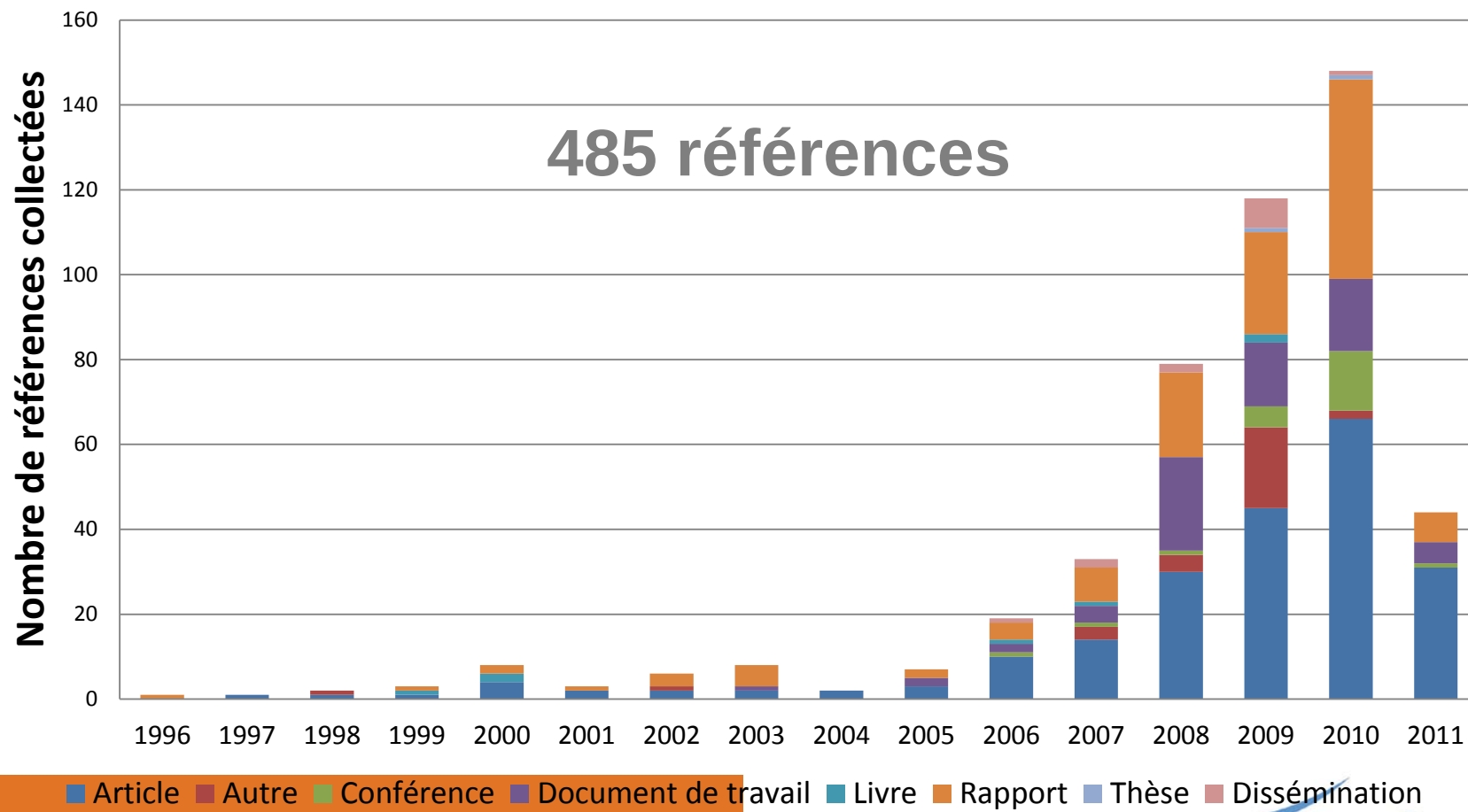
Comparaison carburant fossile et biocarburant



■ Production ■ Industrial phase ■ Transport/distribution ■ Vehicle

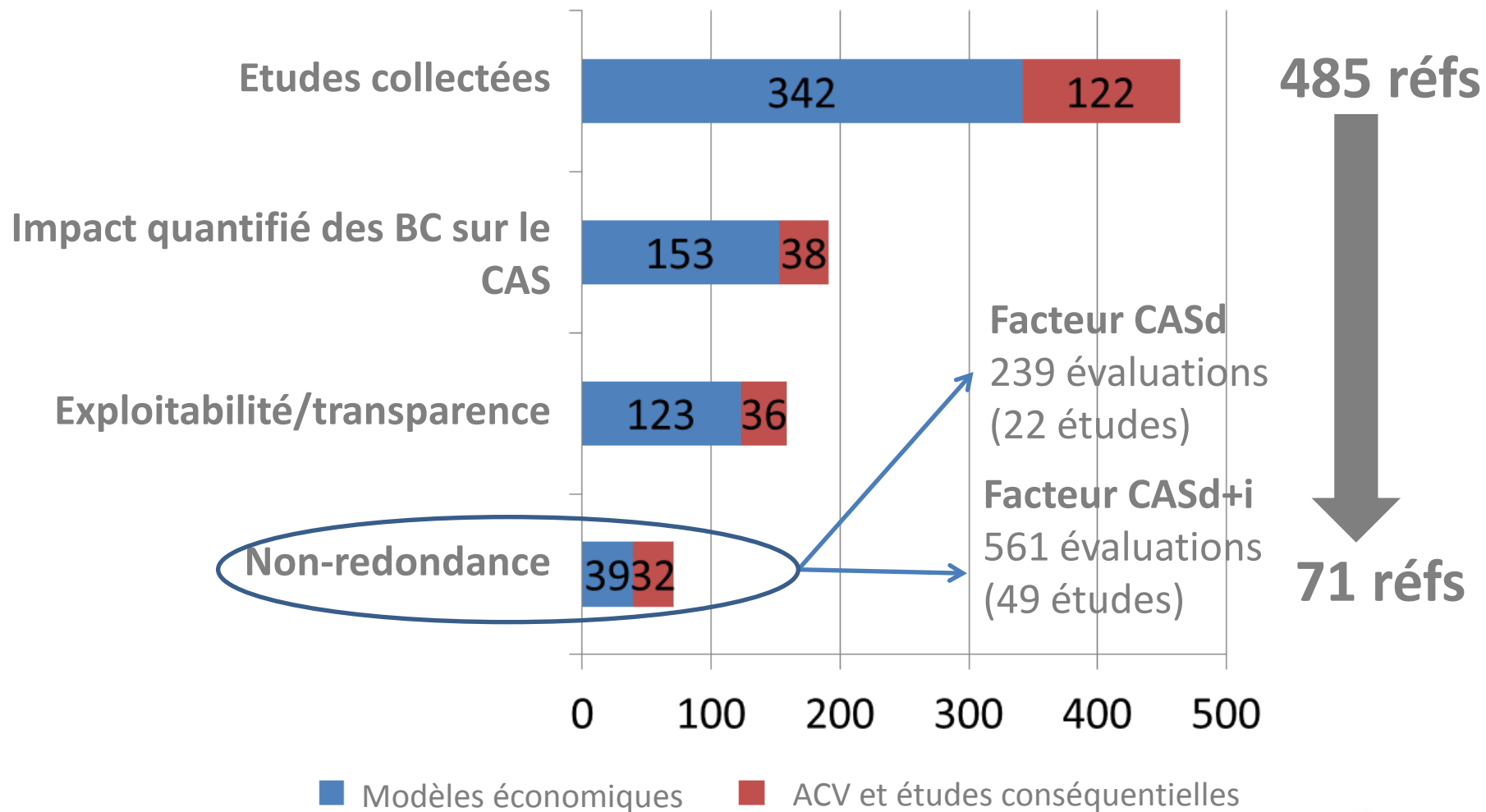
Une revue quantitative de la littérature

Références collectées



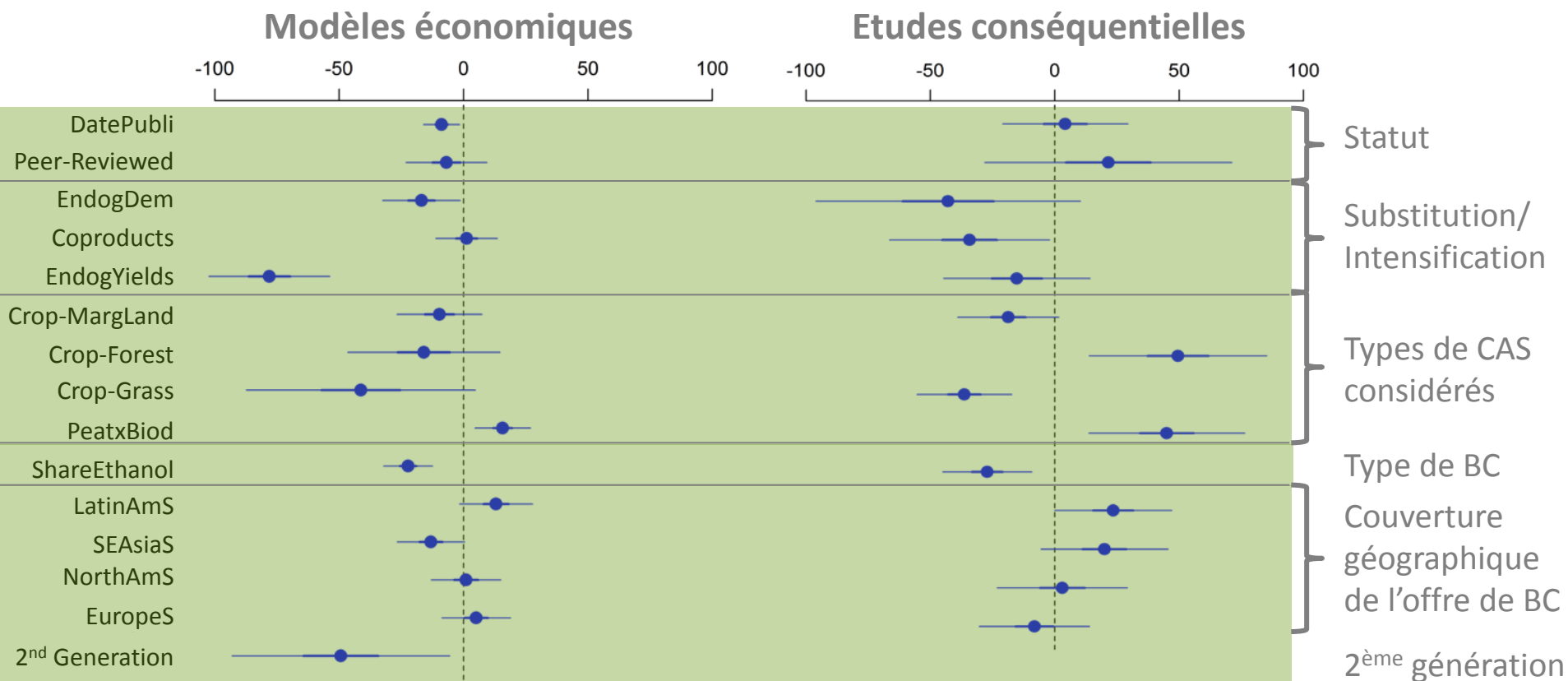
Une revue quantitative de la littérature

Références collectées



Méta-analyse

Impact estimé de différentes caractéristiques sur le facteur CASd+i (20 ans, gCO₂eq/MJ)



n=241 (10 modèles)

R² corr=0.65

n=246 (18 études)

R² corr=0.4

CARREFOURS

DE L'INNOVATION AGRONOMIQUE



Méta-analyse

Prédiction du facteur CASd+i: Hypothèses de Laborde (2011)

Literature	Econ.
Model	MIRAGE
2 nd Generation	0
EuropeS	1
NorthAmS	1
SEAsiaS	1
LatinAmS	1
ShareEthanol	0.35
PeatxBiod	1
Crop-Grass	1
Crop-Forest	1
Crop-MargLand	1
EndogYields	1
Coproducts	1
EndogDem	1
Peer-Reviewed	0
DatePubli	2011

❖ Laborde (2011) aboutit à

38.4 gCO₂eq/MJ

❖ Le méta-modèle prédit (avec effet spécifique MIRAGE)

42 CO₂eq/MJ

Méta-analyse

Prédiction du facteur CASd+i: Hypothèses de Laborde (2011)

Literature	Econ.
Model	MIRAGE
2 nd Generation	0
EuropeS	1
NorthAmS	1
SEAsiaS	1
LatinAmS	1
ShareEthanol	0.35
PeatxBiod	1
Crop-Grass	1
Crop-Forest	1
Crop-MargLand	1
EndogYields	1
Coproducts	1
EndogDem	1
Peer-Reviewed	0
DatePubli	2011

