



Bilan énergétique et émissions de GES des carburants et biocarburants conventionnels

Convergences et divergences entre les principales études reconnues (citées)

Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par :

ECOBILAN

Coordination technique :

Maurice DOHY – Département Bioressources – Direction des Energies Renouvelables des Réseaux et des Marchés Energétiques – ADEME Angers

Etienne POITRAT – Département Bioressources – Direction des Energies Renouvelables des Réseaux et des Marchés Energétiques – ADEME Paris

Bilan énergétique et émissions de GES des carburants et biocarburants conventionnels

Convergences et divergences entre les principales études reconnues (citées)

Définition du Contexte et des Objectifs

Dans le cadre de sa démarche de promotion des biocarburants en France (programme AGRICE), l'ADEME a financé en partenariat avec la DIREM une étude sur les bilans énergétiques et gaz à effet de serre des biocarburants réalisée par Ecobilan en 2002. Ceci a donné lieu en décembre 2002 à la publication d'une synthèse de cette étude.

Le débat sur les biocarburants s'est progressivement accéléré en France, notamment suite aux récentes décisions politiques en matière de développement de ces filières. Les indicateurs de l'étude ADEME/DIREM ont mis en évidence un bilan énergétique et un bilan d'impact sur l'effet de serre favorable aux biocarburants ; ces filières ont de ce fait été développées avec le soutien des pouvoirs publics.

Dans ce contexte, l'objectif de la présente étude est d'analyser la crédibilité en terme de méthodologie et de représentativité de l'étude ADEME/DIREM et de réaliser une analyse comparative avec d'autres études environnementales européennes et internationales sur le sujet afin d'identifier les points de divergence influençant substantiellement les résultats et les conclusions.

Champ de l'étude et méthodologie

Depuis la publication de l'étude ADEME/DIREM, plusieurs autres études européennes et américaines ont vu le jour, pouvant présenter des divergences notables en terme de méthodologie, sources de données et donc de résultats et de conclusions sur les bilans énergétiques et gaz à effet de serre.

Les études qui ont fait l'objet d'une analyse détaillée sont les suivantes :

- **ADEME/DIREM.** Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants. Rapport d'après les travaux d'Ecobilan PricewaterhouseCoopers, novembre 2002 (132p.), rapport d'annexes (39p.) et note de synthèse (17p.).
- **CONCAWE, EUCAR, JRC.** Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context. Well-to-Wheels Report. Version 2a, Decembre 2005. 88p
- **GM, LBST, BP, EXXONMOBIL, SHELL, TOTAL FINA ELF.** GM Well-to-Whell Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Advanced Fuel / Vehicle Systems – Etude européenne, septembre 2002 (138p), rapport d'annexe : Full background report (410p.)

Ces études ont été jugées les plus pertinentes et les plus représentatives de la situation européenne.

La comparaison de ces études s'est effectuée en trois étapes :

- Etude détaillée des rapports selon une grille d'analyse élaborée par Ecobilan sur la base de son expérience en matière de revue critique et revue qualité, et plus particulièrement sa connaissance des études d'Analyse de Cycle de Vie. Ce travail avait pour objectif de faire ressortir les points de convergences et de divergences en termes de choix d'hypothèses et choix méthodologiques
- Evaluation qualitative du niveau de crédibilité à accorder aux hypothèses et choix méthodologiques des études
- Afin d'identifier les hypothèses influençant le plus les résultats et conclusions des études, évaluation de leur degré d'influence sur les résultants, exprimé selon 3 niveaux (fort, moyen, faible) avec une indication sur l'orientation des résultats (favorable / défavorable).

Enfin, une dernière étude a été analysée en complément, étant donné les résultats et conclusions qu'elle présente, totalement opposés aux résultats classiquement connus sur les biocarburants et relativement pessimistes sur les aspects économiques et énergétiques :

- **PIMENTEL David, PATZEK Tad.** Ethanol Production Using Corn, Switchgrass, and Wood; Biodiesel Production Using Soybean and Sunflower. Natural Resources Research, Vol. 14, No. 1, Mars 2005. 12p.

Cette étude a été analysée selon la méthodologie présentée ci-dessus. Cependant, étant donné les différences fondamentales dans les choix méthodologiques retenus par les auteurs, il n'est pas apparu pertinent de la comparer directement avec les autres études ; les résultats ont donc été exploités séparément et sont présentés en annexe 3.

Analyse de la qualité des études

Une analyse multicritère a permis d'évaluer le niveau de qualité de chaque étude. Le tableau présenté en annexe 1 présente de façon synthétique les résultats de cette analyse selon les critères suivants :

- Qualification et indépendance des auteurs
- Type de méthodologie
- Définition des indicateurs sélectionnés
- Représentativité
- Source des données
- Précisions des données
- Cohérence des données
- Reproductibilité
- Présentation des résultats
- Existence d'un comité de pilotage / revue critique de l'étude

Les principales conclusions issues de l'analyse comparative de la qualité des deux études européennes et de l'étude ADEME/DIREM sont résumées dans les paragraphes suivants :

Globalement, les études présentent toutes les trois un bon niveau de qualité, fournissant au lecteur non seulement des données chiffrées mais également le détail de la méthodologie et des hypothèses retenues pour la modélisation et les calculs.

Notons préalablement que les deux études JRC et GM sont potentiellement biaisées du fait qu'elles n'incluent pas l'ensemble des parties prenantes des filières concernées : elles impliquent essentiellement des constructeurs automobiles (GM, BMW, Opel, PSA, Renault...) et des représentants de l'industrie pétrolière (Exxon, BP, Shell, TotalFinaElf), alors que le monde agricole et

l'industrie des biocarburants ne sont pas représentés. En outre, ces études n'ont pas fait l'objet d'une revue critique par un expert indépendant.

Alors que la méthode de calcul des émissions de gaz à effet de serre définie par l'IPCC a systématiquement été utilisée dans les études, la méthodologie retenue pour le calcul des bilans énergétiques est moins consensuelle.

- GM et JRC/EUCAR/CONCAWE s'intéresse essentiellement à l'Energie Primaire dépensée au cours du process. Les deux études intègrent l'énergie contenue dans la matière (Pouvoir calorifique inférieur) et considèrent l'énergie contenue dans la matière mobilisée au cours du process et qui n'est plus présente dans le produit final comme de l'énergie perdue. Cet aspect est présenté dans le tableau de l'annexe 1 au niveau du critère : « frontière du système pour le bilan énergétique »
- Par ailleurs, l'étude ADEME/DIREM se focalise sur l'énergie fossile, mobilisée au cours du process ce qui signifie que l'énergie contenue dans le produit final est comptabilisée dans le cas des combustibles fossiles alors que l'énergie renouvelable contenue dans le produit final n'est pas comptabilisée dans le cas des biocarburants.
- Néanmoins, les résultats des trois études peuvent être comparés puisque les deux études européennes fournissent également le bilan de l'énergie fossile consommée au cours du process, même si les données de l'étude GM ne sont pas forcément suffisamment précises (valeur lisible sur les graphiques uniquement).
- En outre, il est à noter que l'étude ADEME/DIREM présente également un indicateur « Energie restituée / Energie non renouvelable mobilisée » qui est un ratio non linéaire, manifestement en faveur des filières biocarburants.

La cohérence, la représentativité et la précision des données est globalement d'excellente qualité pour les trois études, avec seulement quelques légers points faibles d'une étude à l'autre. Par exemple, l'étude ADEME/DIREM ne calcule pas d'incertitude sur les données mais réalise des analyses de sensibilité afin de vérifier la fiabilité des résultats ; l'étude GM par ailleurs ne considère pas des scénarios représentatifs des meilleurs technologies.

Le même niveau de qualité a pu être noté en ce qui concerne les aspects méthodologiques. Notons cependant une divergence majeure concernant la prise en compte des co-produits. L'étude ADEME/DIREM a choisi d'allouer les impacts de certains co-produits selon une règle d'imputation massique alors que les deux autres études utilisent systématiquement la méthodologie des impacts évités. C'est ce choix systématique qui est critiqué ici ; en effet, même si la substitution est certainement la méthodologie recommandée parce qu'elle permet généralement une prise en compte proche de la réalité, sa mise en œuvre n'est pas systématiquement possible. Par ailleurs, le point fort de l'étude ADEME/DIREM est la consistance, d'une filière à l'autre, dans la méthode d'allocation des impacts appliquée aux co-produits.

Enfin, les sources des données ont été jugées de bonne qualité. La raison pour laquelle la qualité des sources des données a été jugée meilleure dans le cas de l'étude ADEME/DIREM au niveau du tableau de l'annexe 1 est que les données résultent d'une collecte de données sur des sites existants.

Analyse des Divergences et convergences

1 ANALYSE DES CONVERGENCES

Analyse des Convergences		ADEME/DIREM	GM	EUCAR/CONCAWE
Fournir 1 MJ de carburant fini dans un réservoir de véhicule (MJ)				
exclusion des étapes de fabrication des machines et des usines				
1	Unité Fonctionnelle et Frontières du système	"Du berceau au réservoir" + hypothèse de combustion totale pour le calcul de l'impact GES	"Du berceau au réservoir" + "Du réservoir à la combustion"	"Du berceau au réservoir" + "Du réservoir à la combustion"
Effet de Serre IPCC (100 ans limité à 3 flux : CO2, CH4 et N2O)				
2	Indicateur GES	GWP CH4 = 23 GWP N2O = 296	GWP CH4 = 21 GWP N2O = 310	GWP CH4 = 23 GWP N2O = 296
3	Consommation énergétique des raffineries de pétrole - Méthodologie et paramètres clé	- Moyenne européenne et meilleures pratiques en terme de performance des raffineries - Anticipation de la demande à l'horizon 2010 - Réduction du soufre - Résultats similaires selon les allocations (énergétique ou massique)		
Valeurs similaires entre les différentes études pour : PCI, Densité, teneur en Carbone et Soufre (2010)				
PCI: (MJ / kg): Diesel : 42,8 - 43.4 / Ester Méthylque : 36.8 à 37,4 Essence : 42.5 - 43.2 / Ethanol : 26.8				
Densité (kg / l) : Diesel : 0.75 / Ester Méthylque : 0.89 Essence : 0.84 / Ethanol : 0.79				
Teneur en Carbone (% massique) : Diesel : 86.1% - 87.5% / Ester Méthylque : 73.3% - 76.5% Essence : 85% - 86.4% / Ethanol : 52.2%				
4	Caractéristiques du produit analysé	Teneur en Soufre : 10 ppm (Diesel et Essence)		

- Les trois études ont été réalisées sur la même base en ce qui concerne les frontières du système : les étapes considérées sont identiques
- L'unité fonctionnelle définie est la même pour les trois études : « Fournir 1 MJ de carburant fini dans le réservoir d'un véhicule »
- Le champ de l'étude peut différer d'une étude à l'autre en ce qui concerne les types de carburants étudiés ; néanmoins pour les carburants fossils et les biocarburants conventionnels (Essence, Diesel, Ethanol et Ester Méthylque), les caractéristiques principales sont similaires (PCI, densité, teneur en Carbone et Soufre). Les faibles différences observées n'ont pas d'impact sur les résultats du bilan énergétique et GES.
- La modélisation du système raffinerie est basée sur les mêmes paramètres clés. Les méthodes d'allocation pour les co-produits pétroliers sont basées sur la masse ou le contenu énergétique et donnent des résultats très similaires entre les études, quelle que soit l'allocation.
- Concernant l'indicateur d'effet de serre, toutes les études font référence aux valeurs IPCC à 100 ans et se limitent à l'étude de 3 flux gazeux : CO₂, CH₄ et N₂O en utilisant les GWP pour ces gaz. Notons que l'étude GM utilise la dernière version des GWP IPCC, sans impact notable sur les résultats.

2 ANALYSE DES DIVERGENCES

Nous avons identifié 7 point de divergences principaux, qui peuvent avoir différents niveaux d'impact sur les résultats et les conclusions selon l'indicateur étudié (Bilan énergétique ou impact GES).

Analyse des Divergences	ADEME/DIREM	GM	EUCAR/CONCAWE	Niveau d'impact sur les conclusions	
				Energie	GES
1 Parties prenantes et Revue critique	Toutes les parties prenantes ont été impliquées dans l'étude (experts agricoles, industries des biocarburants et pétrolière, Ministères de l'Agriculture et de l'Industrie, ADEME) Revue Critique Interne (ADEME)	Implication des seuls secteurs pétroliers et automobiles. Pas de représentants des secteurs agricoles et de l'industrie des biocarburants Pas de revue critique	Implication des seuls secteurs pétroliers et automobiles. Pas de représentants des secteurs agricoles et de l'industrie des biocarburants Pas de revue critique	moyen	moyen
2 Représentativité géographique, technologique et temporelle	France, 2002 (situation actuelle) et projection à 2009, meilleures technologies disponibles en 2002, moyennes des meilleures pratiques agricoles	Europe, 2010 (projection), moyenne des technologies et pratiques agricoles	Union Européenne, 2010 - 2020 (projection), les technologies considérées sont celles susceptibles d'être commercialisables (meilleures disponibles) à l'horizon précisé ci-dessus	moyen	moyen
3 Type d'indicateur choisi pour l'analyse du bilan énergétique et la comparaison	Energie non renouvelable utilisée (comprenant l'énergie consommée à chaque étape et la contenance énergétique du produit final) $E_{NR} = E_{NR(\text{procédé})} + E_{NR(\text{produit final})}$	Energie Primaire Totale (qu'il s'agisse d'énergie renouvelable ou non renouvelable, comprenant l'énergie consommée à chaque étape et la contenance énergétique du produit final) $E_{\text{Primaire}} = E_P = E_{NR} + E_R$ $E_{NR} = E_{NR(\text{procédé})} + E_{NR(\text{produit final})}$ $E_R = E_{R(\text{procédé})} + E_{R(\text{produit final})} + E_{R(\text{co-produits})}$	Energie Totale dépensée ou perdue (exclut le contenu énergétique du carburant final mais considère aussi bien l'énergie fossile que l'énergie renouvelable pour évaluer l'efficacité de la filière) $E_{\text{dépensée}} = E_D = E_P - E_{(\text{produit final})}$ $E_D = E_{NR(\text{procédé})} + E_{R(\text{procédé})} + E_{R(\text{co-produit})}$	fort	non
4 Frontières du système pour la bilan énergétique - énergie renouvelable à l'étape de culture	Les énergies solaire, éolienne et issue du sol ne sont pas prises en compte dans le calcul de l'énergie primaire totale	Les énergies solaire, éolienne et issue du sol sont prises en compte dans le calcul de l'énergie primaire totale	Les ressources renouvelables de biomasse (soja, tournesol et betterave) sont prises en compte dans le bilan	fort	non
5 Méthodologie d'allocation pour les co-produits des biocarburants	Allocation massique pour les principaux co-produits (Drèches, glycérine, tourteaux) (sur base sèche) Allocation massique pour les co-produits du diesel et de l'essence dans les raffineries pétrolières → méthodologie cohérente	Méthodologie de substitution basée sur le contenu énergétique des co-produits valorisés énergétiquement ou en alimentation animale, équivalence massique pour la valorisation chimique Allocation Énergétique pour les co-produits du diesel et de l'essence dans les raffineries pétrolières → méthodologie non cohérente	Méthodologie de substitution basée sur le contenu énergétique des co-produits valorisés énergétiquement ou en alimentation animale, équivalence massique pour la valorisation chimique Allocation Énergétique pour les co-produits du diesel et de l'essence dans les raffineries pétrolières → méthodologie non cohérente	fort	fort
6 Méthode utilisée pour le cycle du Carbone	Le CO ₂ issu de la biomasse et émis à l'étape de combustion n'est pas pris en compte dans l'impact GES	Une valeur négative est affectée au CO ₂ absorbé pendant la photosynthèse. Le CO ₂ émis à l'étape de combustion est pris en compte.	Le CO ₂ issu de la biomasse et émis à l'étape de combustion n'est pas pris en compte dans l'impact GES	non	fort (avant combustion) pas d' impact (après combustion)
7 Méthode pour le calcul des émission de N ₂ O	Méthode basée sur les facteurs d'émissions spécifiques des cultures (Skiba), issus de résultats expérimentaux britanniques Seules les émissions directes sont prises en compte Résultats utilisant la méthode IPCC donnés dans l'analyse de sensibilité	Méthodologie IPCC pour l'estimation des émissions directes et indirectes de N ₂ O Forte incertitude sur les valeurs par défaut données par la méthodologie IPCC	Méthode basée sur des facteurs d'émission spécifiques des cultures et des sols Forte incertitude sur certains facteurs	non	fort

Points de divergence ayant un impact sur le bilan énergétique et l'impact GES:

- La représentativité de ces études n'est pas comparable: alors que l'étude ADEME/DIREM utilise principalement des données de l'industrie et agriculture française, représentatives de la situation actuelle (2002), le champ des deux autres études est l'Union Européenne, avec des projections à l'horizon 2010-2020. L'approche de l'étude française est de prendre en compte les meilleures pratiques actuelles. Une projection à 2009 a été réalisée et présente ces résultats sous forme de scénario prospectif. L'approche de GM est de prendre en compte des technologies et pratiques agricoles moyennes alors que l'étude JRC/EUCAR/CONCAWE considère les meilleures technologies qui seront susceptibles d'être commercialisables à l'horizon étudié. **Ce point de divergence peut avoir un impact moyen sur des paramètres clés tels que : les rendements industriels et agricoles ou le niveau de fertilisation des sols.**
- Les méthodologies d'allocation des co-produits diffèrent significativement d'une étude à l'autre. Concernant les carburants fossiles (essence et diesel), l'allocation entre les différents produits et co-produits est basée sur des équivalences massiques ou énergétiques. Cette différence n'a pas d'impact significatif sur les résultats (les différentes allocations donnent des résultats similaires). En revanche, pour les co-produits issus de la biomasse, l'étude ADEME/DIREM utilise l'équivalence massique alors que les deux autres études utilisent systématiquement l'extension des frontières du système (méthode de substitution). Recommandée par l'ISO, la méthode de substitution permet généralement une prise en compte proche de la réalité. Les co-produits tels que les drèches issues du blé, la pulpe de betterave ou les tourteaux de colza ou de tournesol sont considérés comme valorisables en alimentation animale ou en production de chaleur. Dans le cas d'une valorisation alimentaire, c'est le soja importé des USA qui a été pris comme référence (équivalence basée sur le contenu énergétique ou le contenu en protéines). La glycérine est le co-produit principal de la filière d'ester méthylique, elle peut être valorisée en remplacement de glycérine chimique ou utilisée pour produire de la chaleur. **Les règles d'allocation des co-produits influencent fortement les résultats en termes de bilan énergétique et GES.** En outre, des incohérences ont été identifiées dans la méthode de substitution appliquée à ces co-produits. Des explications détaillées figurent en Annexe 2.

Points de divergence ayant un impact uniquement sur le bilan énergétique :

- En ce qui concerne le bilan énergétique, la première différence notable entre les trois études tient à l'indicateur choisi pour analyser l'efficacité énergétique des filières. Plusieurs indicateurs peuvent être définis pour mesurer les performances énergétiques des systèmes étudiés. Les indicateurs énergétiques classiques en Analyse de Cycle de Vie sont les suivants : Energie primaire totale, énergie non renouvelable, Energie renouvelable, Energie combustible et Energie contenue dans la matière.

L'énergie primaire totale : représente la somme de toutes les sources d'énergie qui sont directement puisées dans les réserves naturelles. Elle peut être divisée d'une part en énergie non renouvelable et en énergie renouvelable ; d'autre part en énergie combustible et en énergie matière. On obtient ainsi l'égalité suivante :

$$\begin{aligned} \text{Energie primaire totale} &= \text{Energie non renouvelable} + \text{Energie renouvelable} \\ &= \text{Energie combustible} + \text{Energie contenue dans la matière} \end{aligned}$$

Energie non renouvelable : inclut toutes les énergies primaires fossiles et minérales comme le pétrole ou le gaz.

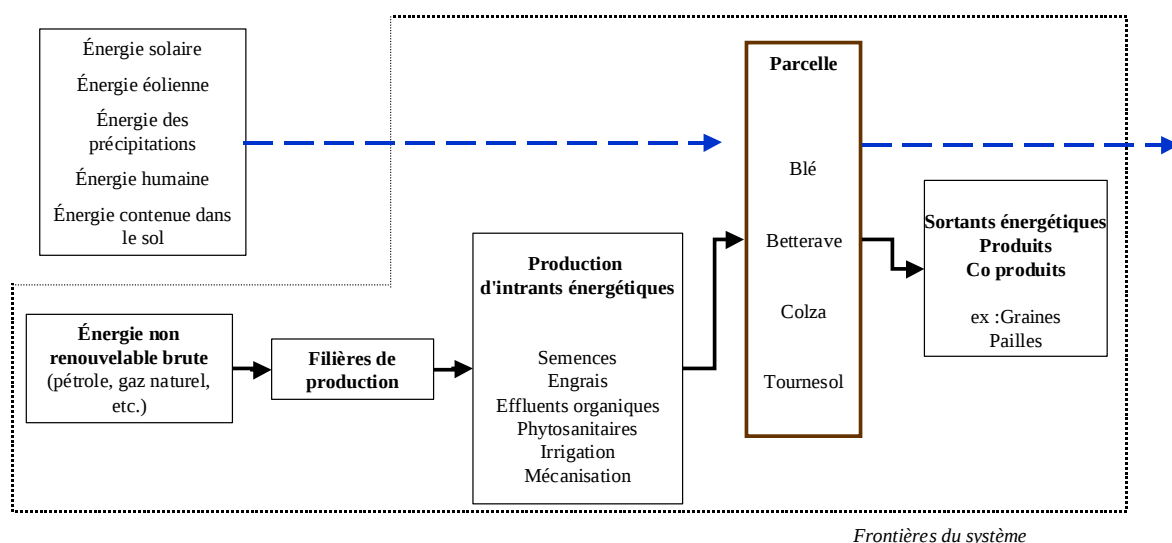
Energie renouvelable : inclut les autres sources d'énergie primaire : hydroélectricité ou biomasse

Energie Fossile : correspond à l'énergie consommée par les procédés mis en jeu comme celle dégagée par la combustion du gaz ou du fioul

Energie contenue dans la matière : correspond à l'énergie primaire contenue dans les matériaux mais non utilisés comme combustibles.

L'étude ADEME/DIREM a choisi de présenter le bilan énergétique à partir de l'indicateur "Energie non-renouvelable", même si l'indicateur d'énergie primaire totale a également été suivi. L'étude GM se base sur "l'énergie totale utilisée" (également appelée Energie Primaire Totale, à partir d'énergie renouvelable et non renouvelable, incluant l'énergie consommée par les procédés et l'énergie contenue dans la matière). Enfin, l'étude JRC/EUCAR/CONCAWE introduit l'indicateur "Energie Totale consommée" (également appelé Energie combustible, c'est à dire sans prise en compte du PCI du produit final).

- La deuxième divergence majeure concerne la comptabilisation des énergies renouvelables à l'étape de culture telles que l'énergie solaire, éolienne, énergie issue du sol ou des précipitations. L'étude ADEME/DIREM n'a pas pris en compte ce type d'énergie dans l'Energie Primaire Totale étant donné qu'à l'échelle temporelle de l'étude, la disponibilité de ces énergies reste inchangée après production des produits. Les frontières du système de l'étude ADEME/DIREM sont décrites par le schéma suivant.



Dans le contexte énergétique actuel, le but de l'étude ADEME/DIREM est de déterminer les solutions qui réduisent l'utilisation d'énergies non renouvelables. Le choix méthodologique exposé est donc cohérent avec les préoccupations des décideurs.

Au contraire, les études GM et JRC/EUCAR/CONCAWE incluent les énergies renouvelables tirées du sol, des précipitations, du soleil, à l'étape de culture :

- Dans l'étude GM, toutes l'énergie tirée du sol, des précipitations, du soleil... pour la production des grains est allouée à la production d'éthanol (ex: si la production d'éthanol requiert 1,9 MJ de grain, le bilan énergétique de l'éthanol est de 2 MJ + toutes les énergies consommées par le procédé). Le bilan énergétique comptabilise donc à la fois l'énergie renouvelable contenue dans les produits intermédiaires et l'énergie renouvelable contenue dans le produit final.
- Dans l'étude JRC/EUCAR/CONCAWE, cette source d'énergie apparaît à l'étape de production de l'éthanol. En effet, l'énergie matière perdue entre le produit intermédiaire et le produit final (différence entre l'énergie contenue dans le produit intermédiaire et l'énergie contenue dans le produit final) est allouée en totalité à la production d'éthanol. Seul le contenu en énergie renouvelable contenue dans le produit intermédiaire est pris en compte dans le bilan.

Le tableau 1 illustre les différences entre les résultats des trois études, attribuables au choix d'indicateur énergétique et à la méthodologie utilisée.

Bilan énergétique en MJ/MJ délivré	ADEME ^a	JRC/ EUCAR / CONCAWE ^b	GM ^c	
Indicateur Publié	E _{NR} ^(A)	E _{NR} + E _R ^(B)	Energie utilisée ^(C)	Energie perdue ^(D)
Culture	0.08	0.16	2.05 ⁽²⁾	0.16
Transport	0.01	0.03	2.11	0.05
Production d'éthanol	0.41	1.64 ⁽¹⁾	2.55	1.34 ⁽³⁾
Distribution	0.01	0.03	2.57	0.02
Total	0.5	1.86	2.57	1.57
Total sans énergie renouvelable issue de ressources biomasse	0.5	0.87	0.68	0.68

Tableau 1: exemple du bilan énergétique de l'éthanol à partir de betterave en MJ pour 1MJ délivré

(A) = E_{NR} (procédé) + E_{NR} (produit final)

(B) = E_{NR} (procédé) + E_R (procédé) + E_R (co-produit)

(C) = résultats cumulés = E_{NR} (procédé) + E_R (procédé) + E_R (co-produit) + E_R (produit final)

(D) = E_{NR} (procédé) + E_R (procédé) + E_R (co-produit)

avec E_{NR} = Energie non renouvelable et E_R = Energie renouvelable

⁽¹⁾ Inclut 0.99 MJ d'énergie renouvelable provenant de la biomasse et perdues avec les co-produits (E_R (co-produit))

⁽²⁾ Inclut 1.89 MJ d'énergie renouvelable provenant de la biomasse (énergie accumulée dans la betterave pendant la culture) : E_R (procédé) + E_R (co-produit)

⁽³⁾ Inclut 0.89 MJ d'énergie renouvelable provenant de la biomasse et perdues avec les co-produits (E_R (co-produit))

Les indicateurs choisis étant très différents, les résultats de ces trois études ne peuvent être comparés directement. C'est pourquoi nous avons réalisé une normalisation des résultats sur une base commune.

Points de divergence ayant un impact sur le bilan GES :

- Concernant la méthode de calcul des émissions de N₂O, toutes les études ont constatées la forte incertitude dans leur analyse (simulations, analyses de sensibilité). Les différentes méthodes mènent aux résultats suivants :

	g N ₂ O / kg		
	ADEME	Concawe/Eucar	GM
Blé	0.162	0.278 (+/- 0.185)	
Betterave	0.533	0.046 (+/- 0.014)	0.11 [-0.02, 0.12]
Colza	0.405	1.030 (+/- 0.407)	0.947 (+/- 0.683)
Tournesol	0.210	0.625 (+/- 0.186)	

^a Voir p. 78 du Rapport Technique

^b Voir p. 48/81 Appendix 1 et p 5/41 Appendix 2

^c Voir p. 211 de Annex full Report (Chapitre3)

	g N ₂ O / ha		
	ADEME	Concawe/Eucar	GM
Blé	1.454	2.23 (+/-1.49)	
Betterave	3.520	2.79 (+/-0.88)	0.98 [-0.2, 1.01]
Colza	1.336	3.12 (+/-1.23)	2.84 (+/- 2.05)
Tournesol	0.503	1.11 (+/-0.33)	

A part pour les cultures de betterave, les émissions de N₂O calculées par kg de ressources biomasse produite, les résultats de l'étude ADEME/DIREM sont dans le même intervalle que les valeurs calculées dans les autres études. Concernant les émissions de N₂O des champs de betterave, l'étude GM utilisant la méthodologie IPCC, donne des valeurs inférieures aux deux autres études.

Selon les trois études, la contribution du N₂O émis à l'étape de culture est significative dans l'impact total des GES.

- Le dernier point de divergence concerne la méthodologie appliquée pour prendre en compte le cycle du carbone. Dans les études ADEM/DIREM et JRC/EUCAR/CONCAWE, le CO₂ d'origine biomasse émis à l'étape de combustion n'est pas comptabilisé dans l'impact GES. Inversement, dans l'étude GM une valeur négative est affectée au CO₂ absorbé par la plante pendant la photosynthèse et le CO₂ émis à l'étape de combustion est comptabilisé positivement. Cette divergence n'a pas d'impact sur les résultats si les frontières du système incluent l'étape de combustion. Cependant, les résultats ne sont pas facilement comparables avant l'étape de combustion à cause des résultats négatifs de GM.

Comparaison des résultats pour le bilan énergétique

Comme expliqué dans le paragraphe précédent, les indicateurs énergétiques doivent être normalisés pour être exploitables. L'étude ADEME/DIREM a été considérée comme la référence pour la normalisation.

En considérant les limitations présentées précédemment, le meilleur indicateur de comparaison pour la normalisation est l'énergie non renouvelable mobilisée. Il permet de ne pas considérer l'énergie renouvelable contenue dans la biomasse et qui a été prise en compte dans les études GM et JRC/EUCAR/CONCAWE.

Les tableaux suivants présentent les résultats tels qu'ils ont été publiés (non comparables directement) et les résultats normalisés.

Bilan énergétique

Résultats publiés	Indicateurs énergétique publiés (MJ/MJ) (énergie non renouvelable + renouvelable)			Indicateurs énergétique publiés (MJ/MJ) (énergie non renouvelable seule)		
	ADEME/DIREM	GM	CONCAWE	ADEME/DIREM	GM	CONCAWE
Essence	1.14	1.16	0.14	1.14	1.16	0.14
Ethanol (blé)	0.49		[1.06 - 1.78]	0.49		[0.2 - 0.89]
Ethanol (betterave)	0.5	2.52	[1.30 - 1.86]	0.49	0.6	[0.31 - 0.87]
Diesel	1.10	1.12	0.16	1.10	1.12	0.16
Biodiesel (colza)	0.34	2.1	[1.14 - 1.2]	0.33		[0.41 - 0.46]
Biodiesel (tournesol)	0.32		[1.21 - 1.25]	0.32		[0.30 - 0.35]

sans changement	suppression de l'énergie renouvelable de l'étape de culture (solaire, éolien...)	Adition de l'énergie contenue dans le produit final (essence et diesel, méthanol dans le biodiesel)	sans changement	recalcul de la part non renouvelable du biodiesel	Adition de l'énergie contenue dans le produit final (essence et diesel, méthanol dans le biodiesel)
-----------------	--	---	-----------------	---	---

Résultats normalisés	Energie Primaire Totale (MJ/MJ)			Energie non renouvelable Totale (MJ/MJ)		
	ADEME/DIREM	GM	CONCAWE	ADEME/DIREM	GM	CONCAWE
Essence	1.14	1.16	1.14	1.14	1.16	1.14
Ethanol (blé)	0.49		[0.2 - 0.89]	0.49		[0.2 - 0.89]
Ethanol (betterave)	0.5	0.63	[0.31 - 0.87]	0.49	0.6	[0.31 - 0.87]
Diesel	1.10	1.12	1.16	1.10	1.12	1.16
Biodiesel (colza)	0.34	0.37	[0.46 - 0.51]	0.33	0.37	[0.46 - 0.51]
Biodiesel (tournesol)	0.32		[0.35 - 0.40]	0.32		[0.35 - 0.40]

Notons que pour une comparaison pertinente, le scénario prospectif de l'étude ADEME/DIREM est présenté pour les carburants conventionnels (essence et diesel).

Sur la base des résultats normalisés, la première conclusion est que les résultats sont bien moins dissemblables que ce que laissait supposer une lecture rapide. Ils permettent en effet de tirer les mêmes conclusions : l'éthanol et le biodiesel présentent tous deux des bénéfices en termes de bilan des énergies non renouvelable en comparaison des carburants fossiles.

L'étude JRC/CONCAWE/EUCAR donne une fourchette assez large pour le bilan de l'éthanol du fait des choix pris pour l'allocation des co-produits :

- De 0.2 à 0.89 MJ/MJ pour l'éthanol de blé
- De 0.31 à 0.87 MJ/MJ pour l'éthanol à partir de betterave

Les résultats de l'ADEME/DIREM sont inclus dans cette fourchette.

Concernant le Biodiesel à partir de colza, l'étude ADEME/DIREM donne des résultats plus faibles que les autres études (12% de moins que GM and 39% de moins que CONCAWE/EUCAR).

Le tableau suivant présente la contribution au bilan énergétique des principales étapes du procédé. La répartition est similaire entre les études sauf pour les carburants fossiles (l'étape de distribution représente une part plus importante de ces filières pour les études GM et JRC/EUCAR/CONCAWE)

Energie utilisée par le procédé (à l'exclusion de l'énergie matière)					
	ADEME/DIREM	GM		CONCAWE	
Essence					
Production (pétrole brut)	33%	18%		21%	
Transport	6%	8%		7%	
Raffinage	60%	63%		57%	
Distribution	1%	13%		14%	
Ethanol (blé)				crédit pour le co-produit	
				chaleur	alimentaire
Production (culture)	22%			22%	16%
Transport	0%			3%	2%
Transformation	78%			72%	81%
Distribution	1%			3%	2%
Ethanol (betterave)		crédit pour le co-produit		crédit pour le co-produit	
		alimentaire	chaleur	chaleur	alimentaire
Production (culture)	16%	10%	13%	12%	9%
Transport	2%	3%	4%	2%	2%
Transformation	81%	85%	81%	83%	88%
Distribution	1%	1%	2%	2%	2%
Diesel					
Production (pétrole brut)	50%	23%		19%	
Transport	9%	10%		6%	
Raffinage	38%	50%		63%	
Distribution	2%	17%		13%	
Biodiesel (colza)		crédit pour la glycérine		crédit pour la glycérine	
		chimique	chaleur	chimique	alimentaire
Production (culture)	46%	33%	22%	26%	25%
Transport	1%	2%	2%	2%	2%
Transformation	53%	41%	75%	70%	71%
Distribution	1%	1%	1%	2%	2%
Biodiesel (tournesol)				crédit pour la glycérine	
				chimique	alimentaire
Production (culture)	39%			20%	19%
Transport	3%			2%	2%
Transformation	59%			76%	77%
Distribution	1%			2%	2%

Contribution des étapes au bilan énergétique

Note : la contribution des différentes étapes au bilan énergétique varie selon la méthodologie de prise en compte des co-produits. L'étude GM comme l'étude CONCAWE utilise la méthodologie des impacts évités et attribue un « crédit » aux co-produits. Les types de valorisation étudiés sont les suivants :

- Valorisation énergétique (les co-produits viennent donc en substitution d'une certaine quantité de chaleur produite à partir d'énergie fossile ; l'équivalent est calculée sur la base du contenu énergétique du co-produit)
- Valorisation chimique (cas de la glycérine qui se substitue à la glycérine de synthèse),
- Valorisation en alimentation animale (les co-produits produits viennent en substitution d'une certaine quantité d'aliment, calculée sur la base d'un contenu protéinique équivalent).

Comparaison des résultats pour l'impact des émissions GES

Compte-tenu de la différence de méthodologie dans la comptabilisation du cycle du Carbone, les comparaisons ne peuvent être faites qu'entre les émissions de GES à l'étape de combustion (du Berceau au réservoir en considérant une étape de combustion totale).

Les tableaux suivants donnent dans un premier temps les résultats tels qu'ils ont été publiés, puis les résultats après calcul des émissions liées à la combustion.

Emissions de Gaz à effet de Serre

Résultats publiés	Emissions de GES avant combustion ("Berceau au réservoir" ou "Puits au réservoir") g de CO2 / MJ			Emissions de GES après combustion ("Berceau à combustion" ou "Puits à la roue") g de CO2 / MJ		
	ADEME/DIREM	GM	CONCAWE	ADEME/DIREM	GM	CONCAWE
Essence	10	13	13	86	Les données publiés sont en g CO2 / km	
Ethanol (blé)	34		[30 - 58]	34		
Ethanol (betterave)	34	-16 [-40, +10]	[38 - 60]	34		
Diesel	8	10	14	81		
Biodiesel (colza)	20	[-65, -16]	[40 - 45]	24		
Biodiesel (tournesol)	17		[33 - 38]	20		
Addition du CO2 issu de la combustion (teneur totale en C) Addition du CO2 issu de la combustion (teneur de C fossile uniquement)						
Résultats normalisés	Emissions de GES après combustion (hypothese de combustion totale d'après la teneur en C) g CO2 / MJ					
	ADEME/DIREM	GM	CONCAWE			
Essence	86	87	86			
Ethanol (blé)	34		[30 - 58]			
Ethanol (betterave)	34	55 [31 - 81]	[38 - 60]			
Diesel	81	83	88			
Biodiesel (colza)	24	[12 - 61]	[41 - 45]			
Biodiesel (tournesol)	20		[34 - 38]			

Notons que pour une comparaison pertinente, le scénario prospectif de l'étude ADEME/DIREM est présenté pour les carburants conventionnels (essence et diesel).

Sur la base des résultats normalisés, la première conclusion est que les résultats sont comparables et permettent de tirer les mêmes conclusions : l'éthanol et le biodiesel présentent tous deux des bénéfices en termes d'émissions de GES en comparaison des carburants fossiles.

La fourchette assez étendue des émissions de GES publiées dans les deux études européennes est principalement due à l'incertitude sur les émissions de N₂O résultant des choix méthodologiques pris par les auteurs ainsi que des méthodes d'allocation choisies.

Conclusion

La cohérence, la représentativité et la précision des données est globalement bonne voire excellente pour les trois études analysées, même si chacune des études peut présenter parfois certaines imprécisions.

De même, les études présentent toutes une certaine rigueur méthodologique. Cependant la prise en compte des co-produits est l'un des principaux points de divergences entre les études. Alors que l'ADEME/DIREM a choisi la méthode d'allocation massique lorsque la substitution posait problème, JRC/EUCAR/CONCAWE et GM ont appliqué de manière systématique la substitution.

Notre analyse a montré qu'une telle systématisation ne va pas dans le sens d'une meilleure représentation de la réalité dans la répartition entre produit et co-produit. Dans le cas des filières étudiées, il semble en effet judicieux d'utiliser la méthode d'allocation des impacts plutôt que d'utiliser la méthode d'extension des frontières du système et substituer les impacts d'un autre produit. Enfin, les sources de données sont également de bonne qualité. Toutefois, l'étude ADEME/DIREM peut justifier d'une meilleure évaluation sur ce point car les sources de données utilisées sont le résultat d'une campagne de collecte sur des sites industriels existants et auprès d'experts agricoles pour les cultures étudiées.

La disparité des résultats observée par la comparaison des trois études n'est en fait que superficielle car elle est principalement le fruit des choix d'indicateurs et de méthodologies et non issues de divergences significatives dans les données.

En considérant ces divergences, notre analyse s'est attachée à normaliser les indicateurs énergétiques et GES afin de comparer les résultats des différentes études :

Alors que les résultats publiés sont radicalement différents et donnent lieu à des conclusions opposées, les résultats normalisés permettent de tirer une conclusion commune aux trois études : l'éthanol et le biodiesel permettent tous deux de réduire la dépendance aux énergies non renouvelables par rapport aux carburants fossiles.

En ce qui concerne les GES, les indicateurs publiés soulignent les mêmes bénéfices des biocarburants par rapport aux carburants fossiles.

La conclusion de ce rapport est que les choix méthodologiques pris dans le cadre de l'étude ADEME/DIREM, tels que l'indicateur énergétique, la définition du système pour l'étape de culture, l'allocation des co-produits, sont justifiés par rapport aux choix faits dans d'autres publications :

- **Le choix d'exclure les énergies renouvelables utilisées à l'étape de culture est justifié car à l'échelle temporelle de l'étude la disponibilité de ces énergies reste inchangée après production des produits;**
- **Le choix de l'inclusion de l'énergie non renouvelable contenue dans le produit final est justifiée par le fait que le pétrole est une énergie non renouvelable et doit être pris en compte dans le bilan énergétique ;**
- **Le choix d'appliquer des règles d'allocation est d'autant plus recommandé dans ce contexte que le système étudié est complexe et non modélisable simplement, et qu'il permet une bonne cohérence de traitement entre les différentes études (mêmes règles pour les biocarburants et les carburants fossiles).**

Le dernier dilemme concerne le choix de s'intéresser à la seule énergie non renouvelable plutôt qu'à l'énergie primaire totale. Ce choix relève d'une volonté d'évaluer le potentiel de réduction de la dépendance vis-à-vis des énergies fossiles plutôt que d'évaluer l'efficacité énergétique des filières. L'énergie renouvelable étant en théorie une ressource illimitée, il apparaît en effet justifié de s'attacher à réduire la demande en énergie non-renouvelable, ce qui est l'objectif affiché de l'étude ADEME/DIREM.

Glossaire

ACV : Analyse de Cycle de Vie

$E_{NR \text{ (procédé)}}$ = Energie issue de sources non renouvelables consommée par le procédé de production

$E_{R \text{ (procédé)}}$ = Energie issue de sources renouvelables consommée par le procédé de production

$E_{NR \text{ (produit final)}}$ = Energie non renouvelable contenue dans le produit final

$E_{R \text{ (produit final)}}$ = Energie renouvelable contenue dans le produit final

$E_{NR \text{ (co produit)}}$ = Energie non renouvelable contenue dans le(s) co-produit(s) final(s)

GES : Gaz à Effet de Serre

GWP : Global Warming Potential = Potentiel de réchauffement Climatique

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change = Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat)

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

WTT : Well to Tank = « du Puits au réservoir »

Annexe 1: Qualité des études analysées

Analyse de qualité des études	Evaluation			Commentaires
	Ademe/D irem	GM	Eucar/JRC/ Concawe	
Général				
Qualification et indépendance des auteurs	+++	-	-	ADEME: expert ACV, étude financée par des entités indépendantes (secteur public) GM&EUCAR : secteur automobile, avec une participation du secteur pétrolier (pas d'expert agricole ou de l'industrie des biocarburants)
Type de méthodologie	+++	--	--	ADEME : Méthode normalisée (ISO 14040) / GM & EUCAR: Aucune référence à une norme
Comité de pilotage	+++	--	--	ADEME : Toutes les filières représentées / GM / EUCAR: Pas d'expert agricole ou de l'industrie des biocarburants
Revue critique de l'étude	+	---	---	ADEME : expert ACV pour la revue méthodologique (revue interne) / GM & EUCAR: Pas de revue critique
Accès : Public / Restreint / Confidentiel	++	+++	+++	ADEME : Disponible en Français uniquement / GM & EUCAR : Tous les rapports sont disponibles sur internet (Rapport complet et résumé exécutif)
Indicateurs de l'étude				
Indicateur énergétique	+++	---	---	ADEME : Energie non renouvelable dépensée GM & EUCAR : Energie Totale Dépensée (incluant à tort l'énergie renouvelable contenue dans la biomasse) utilisée pour comparer l'efficacité énergétique
Indicateur GES	+++	+++	+++	Méthode d'impact classique basée sur les GWP
Principaux choix méthodologiques				
Unité fonctionnelle	+++	+++	+++	Comparaison basée sur des équivalences énergétiques
Frontières du système : étapes du cycle de vie prises en compte	+++	+++	+++	Les étapes principales sont prises en compte / Les étapes non prises en compte sont négligeables
Représentativité technologique	++	-	++	ADEME: bonne représentativité de la période étudiée. Besoin de mise à jour tenant compte des nouveaux procédés GM : Pas de simulation utilisant les meilleures techniques disponibles / EUCAR : Hypothèses crédibles sur de nombreuses technologies
Précision des données	+	++	++	ADEME : Analyse de sensibilité mais pas de calcul d'incertitude / GM & EUCAR : bonne évaluation de l'incertitude EUCAR : Pas de fourchette pour les émissions de GES sur la base d'une forte incertitude relative au N2O
Consistance	+++	--	+	ADEME : Cohérence des sources de données revues par le comité de pilotage GM : Les sources de données varient selon les filières : sources bibliographiques pour les carburants biomasse, modélisation poussée pour le raffinage EUCAR : Hypothèses détaillées et sources disponibles dans les annexes
Reproductibilité	+++	+	+	ADEME: Bonne / GM & EUCAR: Données disponibles mais non exhaustivement (il manque des données chiffrées)
Frontière du système pour le bilan énergétique	+++	---	---	ADEME: conformité à la norme ISO GM & EUCAR: Les énergie solaires, éolienne et issues du sol sont comptabilisées comme énergies renouvelables consommées pour produire la biomasse. Ce n'est pas pertinent car la disponibilité de ces ressource reste inchangée après le procédé de production
Méthode utilisée pour le cycle du Carbone	+++	+++	+++	Comptabilisation correcte du CO2 émis par la combustion de biomasse
CO2 émis à l'étape de combustion	+	++	++	ADEME: Hypothèse de combustion totale / GM & EUCAR: Utilisation de modèle pour déterminer précisément les émissions
Méthode de calcul des émissions de N2O	+++	+++	+++	ADEME / EUCAR: Facteurs d'émissions des cultures confirmés par des mesures récentes GM: méthodologie IPCC et modélisation avec des simulations
Méthode de calcul et paramètre clé pour le calcul des consommations énergétiques du raffinage	+++	+++	+++	ADEME: Bonne cohérence des résultats grâce à des paramètres précis GM/EUCAR : prend en compte les performances des meilleures pratiques.
Type d'Allocation	++	++	++	GM & EUCAR: Utilisation systématique de la méthode de substitution pour les co-produits. Permet généralement une meilleure prise en compte de la réalité. Recommandée par la norme ISO plutôt que l'allocation, quand il est possible de l'appliquer
		--	--	GM & EUCAR: Limitations de la méthode de substitution: - la modélisation tourne en boucle pour certains co-produits (ex: remplacement par les tourteaux de soja, également un co-produit de l'huile de colza) - pour permettre la substitution, les deux systèmes doivent être les mêmes. Dans le cas de la valorisation alimentaire, les apports en énergie ou en protéines doivent être les mêmes, mais aussi les émissions liées --> méthode pour les biocarburants non cohérente avec méthode pour filières pétrolières
				ADEME: Allocation massique. Acceptée par la norme ISO et cohérente avec les allocations faites pour les filières pétrolières
		Hypothèses, méthodologie et sources de données		
Niveau des données disponibles	++	++	++	Tous :Bon EUCAR : Des données ont été extrapolées de valeurs expérimentales, l'homogénéité temporelle a été respectée
Sources des données	+++	-	+	ADEME: Données issues de collecte sur sites existants et de centres techniques GM :La qualité des sources de données est inégale (données sites et données bibliographiques) EUCAR : Bonne qualité des données et transparence, mais un grand nombre de données sont bibliographiques
Rendement agricole	++	++	++	ADEME: rendements moyens français EUCAR & GM: rendements représentatifs d'une situation moyenne européenne (faible rendement par rapport à la France)
Consommation de fertilisants azotés	++	++	++	ADEME: Moyenne française (relativement haute) / EUCAR : Moyenne européenne GM: Plusieurs simulations montrent l'impact limité de la consommation de fertilisants azotés

Annexe 2: Description des procédures d'allocation

Cette annexe a pour but d'expliquer le biais méthodologique relevé dans les études GM et JRC/EUCAR/CONCAWE concernant la systématisation de l'application de la méthode de substitution. Certes la norme ISO 14040 recommande d'utiliser cette méthode dans la mesure du possible, mais dans certains cas il n'y a pas d'autre alternative que la méthode d'allocation (cas de l'alimentation animale).

Les figures 1 et 2 expliquent la prise en compte des co-produits avec l'exemple des drèches (un co-produit de la production d'éthanol à partir de blé).

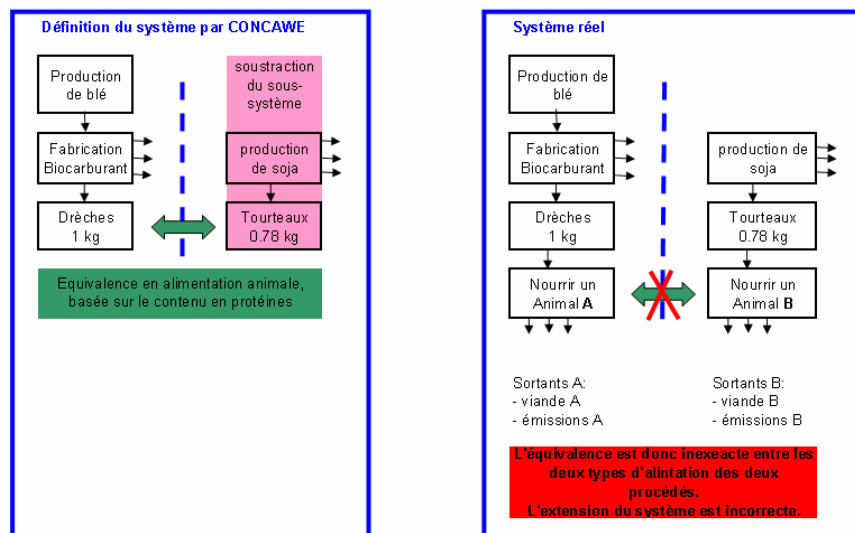


Figure 1 : (à gauche) Prise en compte des co-produits dans JRC/EUCAR/CONCAWE

Figure 2 : (à droite) Système tel qu'il devrait être décrit pour substituer les tourteaux en alimentation animale

Dans la modélisation de JRC/EUCAR/CONCAWE, une certaine quantité de drèche est considéré équivalente à une quantité inférieure de tourteaux de soja, sur la base de leur contenu respectifs en protéines lié à leur capacité à fournir de la viande. Les impacts liés à la production de cette quantité de soja sont donc calculés puis soustraits aux impacts totaux de production d'éthanol. Concernant l'énergie dépensée par le procédé, elle correspond donc aux pertes énergétiques du procédé moins un crédit dû au remplacement du soja.

Cependant, cette méthode suppose qu'il y ait équivalence, lors de la phase d'utilisation des compléments alimentaires, ce qui n'est pas le cas. En effet les sortants (produits et émissions) ne sont a priori pas les mêmes pour les modules de consommation (animal 1 ou animal B) puisque les quantités ingérées ne sont pas les mêmes. D'ailleurs il a été montré par l'industrie agro-alimentaire que les viandes produites étaient distinctes.

En conséquences la soustraction terme à terme devrait donner lieu à des reliquats des sortants de ce module de consommation (produits, co-produits et émissions) et la substitution ne peut donc se faire qu'au prix d'une expansion supplémentaire du système, ce qui complique son exploitation.

Dans ce contexte l'allocation semble donc préférable (figure 3). Les drèches valorisées dans l'alimentation animale une fois utilisables en tant que telles (sèches et conditionnées) quittent ainsi le système en emportant avec elles l'énergie et les émissions qui leurs sont allouées. Cette allocation se fait selon un critère quantifiable (masse, prix...). Ainsi l'énergie contenue dans la matière qui quitte le système n'est pas considérée comme perdue (ce qui est le cas dans l'étude JRC/EUCAR/CONCAWE).

La prise en compte des co-produits est, on l'a vu dans la comparaison des différentes études, un critère fondamental dans l'analyse du bilan énergétique et de l'effet de serre.

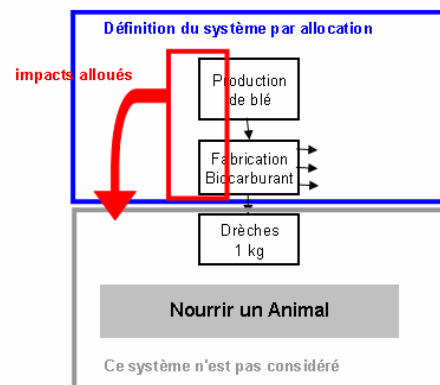


Figure 3 : Allocation method

Annexe 3: La publication de Pimentel and Patzek sur le bioéthanol et le biodiesel

L'objectif proclamé de cette étude publiée par Pimentel et Patzek en 2005 est de démontrer que les scientifiques et politiciens ont été mal informés sur le bilan énergétique et les coûts des filières de biocarburants existantes aux USA. L'étude abonde donc dans ce sens en adoptant une démarche biaisée et en évitant de mentionner les bénéfices des biocarburants.

Notre analyse a permis de constater que :

- l'unité fonctionnelle étudiée n'est jamais précisément définie
- de même l'indicateur énergétique étudié n'est pas défini. Il semble que cet indicateur soit les consommations énergie primaire (mais il est possible que ce soit l'énergie secondaire qui soit prise en compte). Les sources d'énergie sont 100% d'origine fossile et il n'est pas fait référence à la possibilité d'utilisation des énergies renouvelables.
- Les données à partir desquelles les conclusions sont tirées sont non seulement anciennes (elles sont pourtant référencées comme datant de 2004, date à laquelle elles ont été consultées sur un site internet) mais elles font également référence à des technologies obsolètes. En outre elles sont discutables du fait de la multiplicité des sources utilisées et n'ont pas fait l'objet d'une vérification croisée avec d'autres sources ou d'une analyse de sensibilité. Enfin certaines données énergétiques semblent même surestimées (diesel, fertilisant azoté) et conduisent donc à une surévaluation de l'impact des biocarburants.
- Dans les conclusions, aucun crédit (allocation ou substitution) n'est accordé aux co-produits. Ils sont pourtant calculés pour les drèches et les tourteaux de soja. En revanche aucun co-produit n'est mentionné dans la production du biodiesel à partir de tournesol.

En résumé, cette étude ne peut être prise au sérieux car elle n'est que la compilation de données arrangées de manière à produire le résultat souhaité.

L'extrait suivant est tiré d'une publication récente dans la revue scientifique Science et s'accorde également à dire que les biais scientifiques ont été multipliés dans cette publication :

"Two of the studies stand out from the others because they report negative net energy values and imply relatively high GHG emissions and petroleum inputs (Pimentel & Patzek 2005, Patzek 2004). The close evaluation required to replicate the net energy results showed that these two studies also stand apart from the others by incorrectly assuming that ethanol by-products (materials inevitably generated when ethanol is made, such as dried distiller grains with solubles, corn gluten feed, and corn oil) should not be credited with any of the input energy and by including some input data that are old and unrepresentative of current processes, or so poorly documented that their quality cannot be evaluated."

Source: FARRELL Alexander, PLEVIN Richard, TURNER Brian, JONES Andrew, O'HARE Michael, KAMMEN Daniel. Ethanol can contribute to Energy and Environmental Goals. Science, Vol. 311, January 2006

Enfin, le bilan en termes de Gaz à Effet de Serre des biocarburants n'est pas abordé, et les auteurs concluent simplement que l'impact des biocarburants doit être plus dommageable pour l'environnement que celui des carburants fossiles puisque le bilan énergétique est plus mauvais. Ils semblent ainsi considérer, sans le justifier, que les émissions de GES sont proportionnelles à la dépense énergétique...

Published results	Energy indicators published (MJ/MJ) (only non renewable energy)			
	ADEME/DIREM	GM	CONCAWE	Pimentel
Gasoline	1.14	1.16	0.14	
Ethanol (wheat)	0.49		[0.2 - 0.89]	
Ethanol (sugar beet)	0.49	0.6	[0.31 - 0.87]	
Ethanol (corn)				1.35
Diesel	1.10	1.12	0.16	
Biodiesel (rapeseed)	0.33		[0.41- 0.46]	1.36
Biodiesel (sunflower)	0.32		[0.30 - 0.35]	2.21