



Analyses de Cycle de Vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France

ANNEXES au Rapport final

Février 2010

Etude réalisée pour le compte de l'Agence de l'environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer, du Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, et de France Agrimer par BIO Intelligence Service

Coordination technique : – Service Bioressources

Direction Productions et Énergies Durables, (DPED) - ADEME

Sommaire

1. Glossaire.....	4
2. Annexe – 1 Tableaux de résultats	5
2.1. Résultats pour l'unité fonctionnelle.....	5
2.2. Les éthanols.....	6
2.3. Les esters.....	9
2.4. Bilans désagrégés par étape	10
3. Annexe – 2 Jeux de données d'entrée	14
4. Annexe – 3 Références énergétiques	52
5. Annexe – 4 Inventaires utilisés	53
6. Annexe – 5 Détails sur les facteurs de caractérisation CML.....	68
7. Annexe – 6 Glossaire des impacts environnementaux.....	81
8. Annexe – 7 Exemples d'élaboration des scénarii pour les changements d'affectation des sols	83
8.1. Détails des calculs ayant servis à quantifier les ordres de grandeurs.....	83
8.2. Tableaux de résultats supplémentaires:.....	87
9. Annexe – 8 Exemples de calculs de simulations pour la méthode d'imputation des impacts par substitution	89
9.1. Détails des calculs pour l'éthanol de blé	89
9.2. Détails des calculs pour l'EMHV de colza.....	89
10. Annexe – 9 Références Bibliographiques indicatives.....	91

Tableaux

TABLEAU 1 – RESULTATS DU « CHAMP A LA ROUE » : VALEURS « PAR KM PARCOURU » POUR LES ETHANOLS.....	5
TABLEAU 2 – RESULTATS DU « CHAMP A LA ROUE » : VALEURS « PAR KM PARCOURU » POUR LES ESTERS	5
TABLEAU 3 - TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS : FILIERES PRINCIPALES DES ETHANOLS EN INCORPORATION DIRECTE, E10	7
TABLEAU 4 - TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS : FILIERES PRINCIPALES DES ETHANOLS EN INCORPORATION DIRECTE, E85	7
TABLEAU 5 - TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS : FILIERES PRINCIPALES DES ETHANOLS INCORPORES SOUS FORME D’ETBE	7
TABLEAU 6 - TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS : VALEURS PROSPECTIVES DES ETHANOLS INCORPORES DIRECTEMENT	8
TABLEAU 7 - TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS : VALEURS PROSPECTIVES DES ETHANOLS INCORPORES SOUS FORME D’ETBE	8
TABLEAU 8 – TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS : FILIERES PRINCIPALES DES ESTERS METHYLIQUES ET HUILE PURE	9
TABLEAU 9 - TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS : FILIERES PROSPECTIVE DES ESTERS METHYLIQUES ET HUILE PURE	10
TABLEAU 10 - BILANS DESAGREGES PAR ETAPE : ENERGIE PRIMAIRE NON RENOUVELABLE.....	10
TABLEAU 11 - BILANS DESAGREGES PAR ETAPE : EMISSION DE GES	11
TABLEAU 12 - BILANS DESAGREGES PAR ETAPE : OXYDATION PHOTOCHIMIQUE	11
TABLEAU 13 - BILANS DESAGREGES PAR ETAPE : TOXICITE HUMAINE	12
TABLEAU 14 - BILANS DESAGREGES PAR ETAPE : EUTROPHISATION	12
TABLEAU 15 – DONNEES ENERGETIQUES DES SOLIDES	52
TABLEAU 16 – DONNEES ENERGETIQUES SUR LES LIQUIDES	52
TABLEAU 17 - DONNEES ENERGETIQUES SUR LES PRODUITS GAZEUX.....	52
TABLEAU 18 : CAS INDIRECT, SCENARIO MAXIMAL	84
TABLEAU 19 : CAS INDIRECT, SCENARIO MODERE	85
TABLEAU 20 : CAS INDIRECT, SITUATION OPTIMISTE (VIA LES TOURTEAUX)	86
TABLEAU 21 : CAS INDIRECT, SCENARIO MAXIMAL (REMPLACEMENT DU SUCRE FRANÇAIS PAR SUCRE DE CANNE)	87
TABLEAU 22 – ANALYSE DE SENSIBILITE : CHANGEMENT D’AFFECTATION DES SOLS INDIRECTS	87
TABLEAU 23– SUBSTITUTION DE DRECHES DE BLE A DU TOURTEAU DE SOJA: DONNEES NECESSAIRES AU CALCUL.....	89
TABLEAU 24- SUBSTITUTION DES TOURTEAUX COPRODUITS : CAS DE L’EMHV DE COLZA, DONNEES NECESSAIRES AU CALCUL	90

Figures

FIGURE 1 –EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DU « CHAMP A LA ROUE » DES FILIERES ETHANOLS ET ETBE ; VALEURS RAMENEES A L’ETHANOL, LORSQU’INCORPORE SOUS FORME D’E10	6
FIGURE 2 - EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE « CHAMP A LA ROUE » DES FILIERES ESTERS, VALEURS PAR MJ D’ESTER LORSQU’INCORPORE DANS DES B10	9

1. GLOSSAIRE

ACV : Analyse de Cycle de vie

CAS : Changement d'Affectation des sols

CIPAN : Cultures Intermédiaires Pièges à Nitrates

CML : (Centrum voor Milieukunde Leiden) : Centre de l'Université de Leiden ayant développé un modèle de caractérisation pour ACV proposant des facteurs d'impact pour différents indicateurs environnementaux.

CORINAIR : (CORE INventory of AIR emissions) programme pour la collecte, la coordination et la cohérence des informations sur les émissions atmosphériques de la Communauté Européenne.

COVNM : Composés Organiques Volatiles, Non incluant le Méthane

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DDGS : Distilled dried Grain and Soluble

ETBE : Ethyle tertio Butyle Ether

EMHV : Ester Méthylique d'Huiles Végétales (colza, soja, palme, tournesol)

EMGA : Ester Méthylique de Graisses Animales

EMHAU : Ester Méthylique d'Huiles Alimentaires Usagées

EnF : Energie Fossile, parfois utilisée par abus de langage pour « énergie non renouvelable »

FCC : Fluid Catalytic Cracking : unité de craquage catalytique

GES : Gaz à Effet de Serre.

GIEC : Groupement Intergouvernemental d'Etude sur le Climat.

GN : gaz naturel

HDS : Unité d'Hydro-DéSulfuration

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ICPE : Installation Classée Pour l'Environnement

MJf : MégaJoule d'énergie non renouvelable

Ms : matière sèche

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

PNAQ : Plan National d'Affectation des Quotas (quotas maximaux d'émission CO2 des industries)

TBA : Alcool Tertio Butyle

Tkm : Tonne x kilomètre : unité très utilisée en ACV du déplacement d'une masse sur une distance.

UFIP : Union Française des Industries Pétrolières

2. ANNEXE – 1 TABLEAUX DE RESULTATS

2.1. RESULTATS POUR L'UNITE FONCTIONNELLE

Tableau 1 – Résultats du « champ à la roue » : valeurs « par km parcouru » pour les éthanol

par km parcouru, E10	Energie primaire non-renouvelable (MJf/km)	Emissions de gaz à effet de serre (kg CO ₂ eq/km)	Oxydation photochimique (kg C ₂ H ₄ eq/km)	Toxicité humaine (kg 1,4 DB eq/ km)	Eutrophisation (kg PO ₄ eq/km)
Essence EURO 4	2,694E+00	1,982E-01	4,40E-05	4,51E-02	3,97E-05
E10 éthanol Betterave	2,599E+00	1,892E-01	4,01E-05	4,70E-02	6,62E-05
E10 éthanol Blé	2,602E+00	1,918E-01	4,01E-05	4,97E-02	9,88E-05
E10 éthanol maïs	2,596E+00	1,906E-01	4,00E-05	4,82E-02	9,40E-05
E10 éthanol Canne à sucre	2,537E+00	1,884E-01	6,21E-05	4,73E-02	6,99E-05
E10 ETBE de Betterave	2,656E+00	1,925E-01	4,01E-05	4,66E-02	6,49E-05
E10 ETBE de Blé	2,661E+00	1,949E-01	4,00E-05	4,94E-02	9,79E-05
E10 ETBE de Maïs	2,654E+00	1,939E-01	4,00E-05	4,79E-02	9,31E-05
E10 ETBE de Canne à Sucre	2,594E+00	1,917E-01	6,23E-05	4,70E-02	6,86E-05

Tableau 2 – Résultats du « champ à la roue » : valeurs « par km parcouru » pour les esters

par km parcouru, B10 (ou HVP)	Energie primaire non-renouvelable (MJf/km)	Emissions de gaz à effet de serre (kg CO ₂ eq/km)	Oxydation photochimique (kg C ₂ H ₄ eq/km)	Toxicité humaine (kg 1,4 DB eq/ km)	Eutrophisation (kg PO ₄ eq/km)
Diesel EURO 4	2,120E+00	1,553E-01	1,91E-05	7,01E-01	6,30E-05
B10 de colza	1,991E+00	1,468E-01	1,97E-05	5,33E-01	1,15E-04
B10 de tournesol	1,987E+00	1,448E-01	1,97E-05	5,34E-01	1,19E-04
B10 de soja	1,984E+00	1,442E-01	1,92E-05	5,32E-01	8,55E-05
B10 de palme	1,966E+00	1,443E-01	1,86E-05	5,33E-01	8,62E-05
B10 d'huiles Alimentaires Usagées	1,961E+00	1,422E-01	1,81E-05	5,28E-01	6,51E-05
B10 de Graisse Animale	1,960E+00	1,422E-01	1,80E-05	5,28E-01	6,53E-05
HVP	4,040E-01	5,680E-02	1,02E-05	7,50E-01	6,17E-04

2.2. LES ETHANOLS

Figure 1 –Emissions de Gaz à Effet de Serre du « champ à la roue » des filières éthanol et ETBE ; valeurs ramenées à l'éthanol, lorsqu'incorporé sous forme d'E10

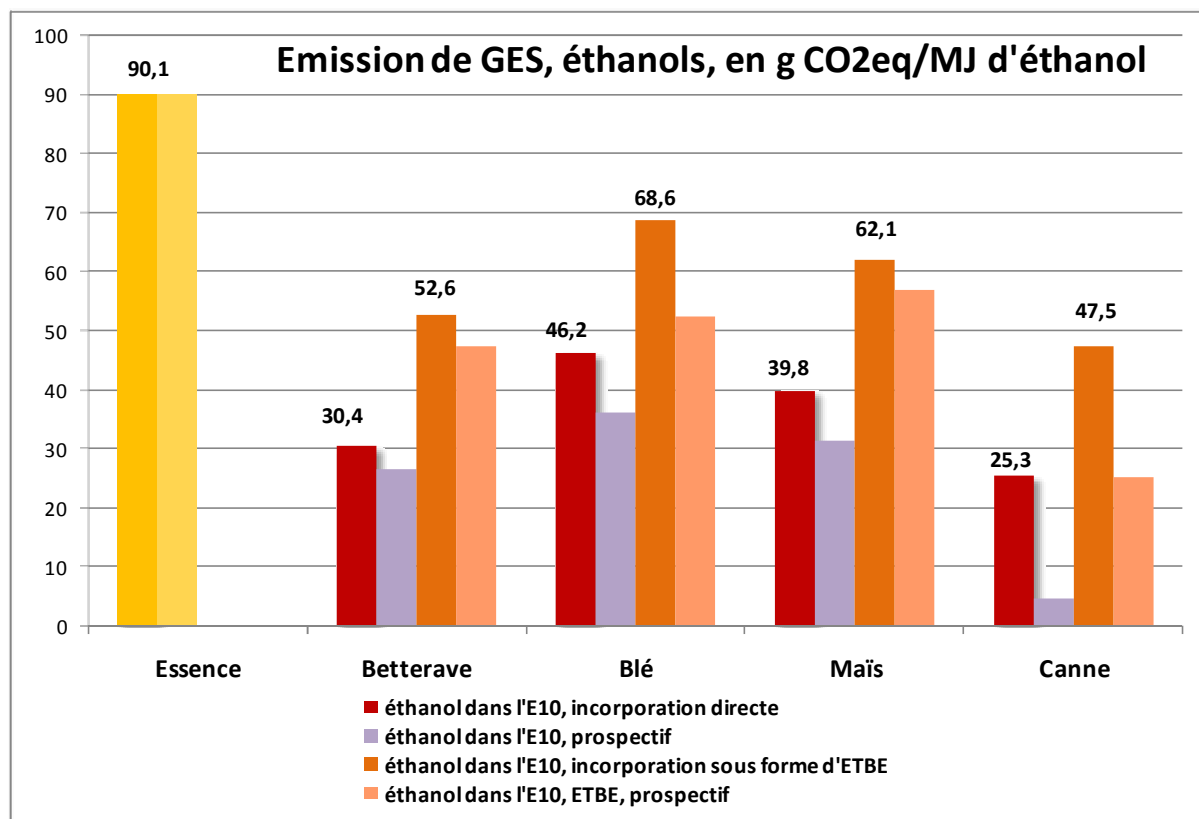


Tableau 3 - Tableau de synthèse des résultats : filières principales des éthanol en incorporation directe, E10

par MJ de biocarburant, incorporé dans un E10	Energie primaire non-renouvelable (MJf/MJ)	Emissions de gaz à effet de serre (kg CO ₂ eq/MJ)	Oxydation photochimique (kg C ₂ H ₄ eq/MJ)	Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq/MJ)	Eutrophisation (kg PO ₄ ⁻ eq/MJ)
Essence EURO 4	1,22E+00	9,01E-02	2,00E-05	2,05E-02	1,80E-05
Ethanol de Betterave	5,92E-01	3,04E-02	-6,02E-06	3,31E-02	1,95E-04
Ethanol de Blé	6,20E-01	4,62E-02	-6,07E-06	5,11E-02	4,11E-04
Ethanol de maïs	5,75E-01	3,98E-02	-6,32E-06	4,15E-02	3,79E-04
Ethanol de Canne à sucre	1,83E-01	2,53E-02	1,40E-04	3,56E-02	2,19E-04

Tableau 4 - Tableau de synthèse des résultats : filières principales des éthanol en incorporation directe, E85

par MJ de biocarburant incorporé dans un E85	Energie primaire non-renouvelable (MJf/MJ)	Emissions de gaz à effet de serre (kg CO ₂ eq/MJ)	Oxydation photochimique (kg C ₂ H ₄ eq/MJ)	Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq/MJ)	Eutrophisation (kg PO ₄ ⁻ eq/MJ)
Essence EURO 4	1,22E+00	9,01E-02	2,00E-05	2,05E-02	1,80E-05
Ethanol de Betterave	5,92E-01	3,40E-02	2,61E-05	3,31E-02	1,95E-04
Ethanol de Blé	6,20E-01	4,98E-02	2,60E-05	5,11E-02	4,11E-04
Ethanol de maïs	5,75E-01	4,34E-02	2,58E-05	4,15E-02	3,79E-04
Ethanol de Canne à sucre	1,83E-01	2,89E-02	1,72E-04	3,56E-02	2,19E-04

Tableau 5 - Tableau de synthèse des résultats : filières principales des éthanol incorporés sous forme d'ETBE

par MJ de biocarburant incorporé dans un E10	Energie primaire non-renouvelable (MJf/MJ)	Emissions de gaz à effet de serre (kg CO ₂ eq/MJ)	Oxydation photochimique (kg C ₂ H ₄ eq/MJ)	Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq/MJ)	Eutrophisation (kg PO ₄ ⁻ eq/MJ)
Essence EURO 4	1,22E+00	9,01E-02	2,00E-05	2,05E-02	1,80E-05
ETBE de betterave	9,76E-01	5,26E-02	-6,11E-06	3,08E-02	1,86E-04
ETBE de blé	1,00E+00	6,86E-02	-6,16E-06	4,91E-02	4,05E-04
ETBE de maïs	9,58E-01	6,21E-02	-6,42E-06	3,93E-02	3,73E-04
ETBE de Canne à sucre	5,61E-01	4,75E-02	1,42E-04	3,33E-02	2,10E-04

Tableau 6 - Tableau de synthèse des résultats : valeurs prospectives des éthanol incorporés directement

par MJ de biocarburant incorporé dans un E10	Energie primaire non-renouvelable (MJf/MJ)	Emissions de gaz à effet de serre (kg CO ₂ eq/MJ)	Oxydation photochimique (kg C ₂ H ₄ eq/MJ)	Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq/MJ)	Eutrophisation (kg PO ₄ ⁻ eq/MJ)
Essence EURO 5	1,22E+00	9,01E-02	2,00E-05	2,05E-02	1,80E-05
Ethanol de Betterave, prospectif	5,38E-01	2,65E-02	-4,81E-06	2,95E-02	1,62E-04
Ethanol de Blé, prospectif	4,58E-01	3,60E-02	-4,20E-06	4,82E-02	3,14E-04
Ethanol de maïs, prospectif	4,38E-01	3,14E-02	-4,87E-06	3,67E-02	3,64E-04
Ethanol de Canne à sucre, prospectif	1,61E-01	4,38E-03	-9,30E-06	3,32E-02	2,21E-04

Tableau 7 - Tableau de synthèse des résultats : valeurs prospectives des éthanol incorporés sous forme d'ETBE

par MJ de biocarburant incorporé dans un E10	Energie primaire non-renouvelable (MJf/MJ)	Emissions de gaz à effet de serre (kg CO ₂ eq/MJ)	Oxydation photochimique (kg C ₂ H ₄ eq/MJ)	Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq/MJ)	Eutrophisation (kg PO ₄ ⁻ eq/MJ)
Essence EURO 5	1,22E+00	9,01E-02	2,00E-05	2,05E-02	1,80E-05
ETBE de Betterave, prospectif	8,99E-01	4,74E-02	-5,01E-06	2,70E-02	1,53E-04
ETBE de Blé, prospectif	7,97E-01	5,23E-02	-5,07E-06	3,43E-02	3,57E-04
ETBE de maïs, prospectif	8,18E-01	5,70E-02	-4,39E-06	4,60E-02	3,07E-04
ETBE de Canne à sucre, prospectif	5,17E-01	2,50E-02	-8,67E-06	3,08E-02	2,13E-04

2.3. LES ESTERS

Figure 2 - Emissions de Gaz à Effet de Serre « champ à la roue » des filières esters, valeurs par MJ d'ester lorsqu'incorporé dans des B10

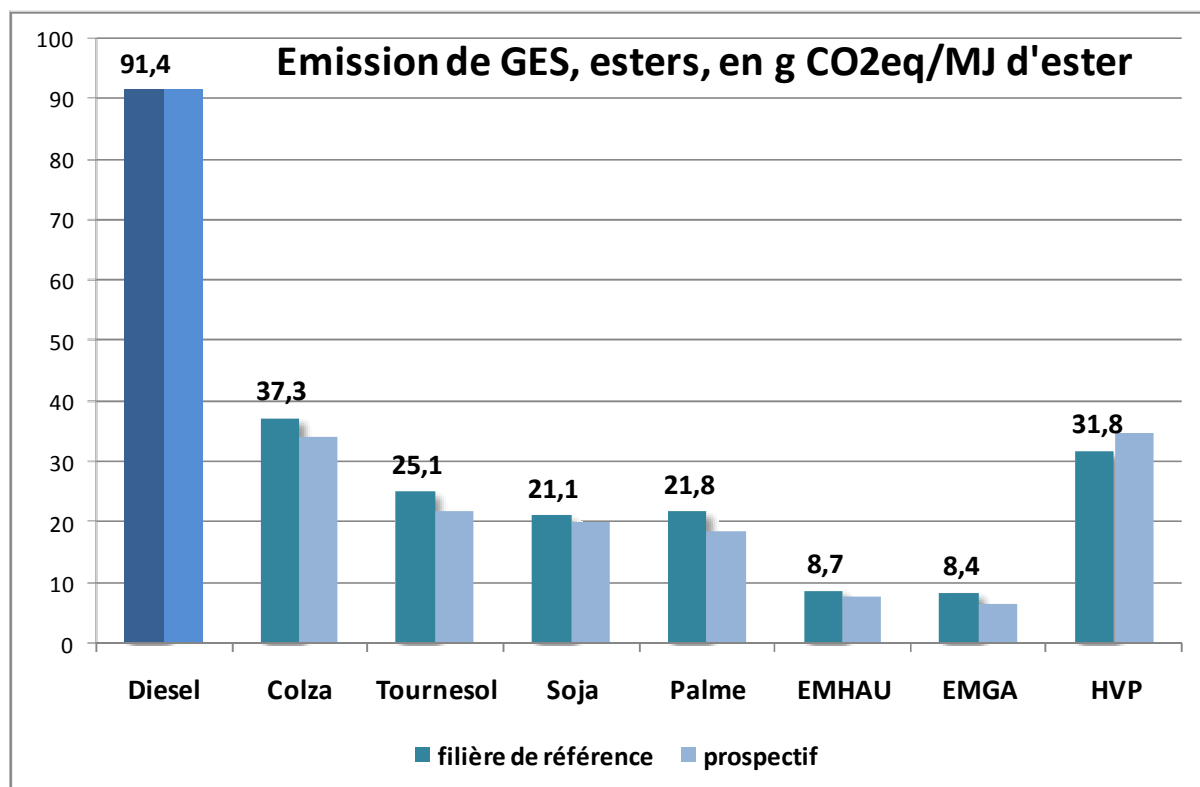


Tableau 8 – Tableau de synthèse des résultats : filières principales des esters méthyliques et huile pure

par MJ de biocarburant	Energie primaire non-renouvelable (MJf/MJ)	Emissions de gaz à effet de serre (kg CO ₂ eq/MJ)	Oxydation photochimique (kg C ₂ H ₄ eq/MJ)	Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq/MJ)	Eutrophisation (kg PO ₄ -eq/MJ)
Diesel EURO 4	1,25E+00	9,14E-02	1,12E-05	4,12E-01	3,71E-05
EMHV de colza	4,31E-01	3,73E-02	1,50E-05	-6,48E-01	3,64E-04
EMHV de tournesol	4,01E-01	2,51E-02	1,48E-05	-6,41E-01	3,89E-04
EMHV de soja	3,87E-01	2,11E-02	1,22E-05	-6,53E-01	1,79E-04
EMHV de Palme	2,71E-01	2,18E-02	7,93E-06	-6,46E-01	1,84E-04
EHMAU	2,36E-01	8,70E-03	4,69E-06	-6,78E-01	5,00E-05
EMGA	2,34E-01	8,44E-03	4,57E-06	-6,78E-01	5,15E-05
HVP	2,26E-01	3,18E-02	5,71E-06	4,20E-01	3,46E-04

Tableau 9 - Tableau de synthèse des résultats : filières prospective des esters méthyliques et huile pure

par MJ de biocarburant	Energie primaire non-renouvelable (MJf/MJ)	Emissions de gaz à effet de serre (kg CO ₂ eq/MJ)	Oxydation photochimique (kg C ₂ H ₄ eq/MJ)	Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq/MJ)	Eutrophisation (kg PO ₄ ⁻ eq/MJ)
Diesel EURO 5	1,25E+00	9,14E-02	1,12E-05	4,12E-01	3,43E-05
EMHV de colza	3,97E-01	3,42E-02	1,33E-05	-6,53E-01	2,53E-04
EMHV de tournesol	3,62E-01	2,20E-02	1,22E-05	-6,50E-01	2,18E-04
EMHV de soja	3,66E-01	2,01E-02	1,11E-05	-6,58E-01	1,76E-04
EMHV de Palme	2,49E-01	1,86E-02	7,65E-06	-6,47E-01	1,76E-04
EHMAU	2,26E-01	7,83E-03	4,94E-06	-6,77E-01	5,21E-05
EMGA	2,00E-01	6,49E-03	4,49E-06	-6,78E-01	4,80E-05
HVP	2,51E-01	3,47E-02	6,20E-06	4,19E-01	2,72E-04

2.4. BILANS DESAGREGES PAR ETAPE

Tableau 10 - Bilans désagrégés par étape : Energie Primaire non Renouvelable

Energie primaire non-renouvelable (MJf/MJ)	TOTAL	Production MATIERE PREMIERE	INDUSTRIEL	TRANSPORT-DISTRIBUTION	ETBE	VEHICULE
Diesel EURO 4	1,25E+00	1,12E-01	1,14E-01	2,12E-02	0,00E+00	1,00E+00
Essence EURO 4	1,22E+00	1,12E-01	9,10E-02	2,12E-02	0,00E+00	1,00E+00
EMHV de colza	4,31E-01	1,66E-01	2,30E-01	3,87E-02	0,00E+00	0,00E+00
EMHV de tournesol	4,01E-01	1,30E-01	2,30E-01	4,02E-02	0,00E+00	0,00E+00
EMHV de soja	3,87E-01	1,07E-01	8,00E-02	8,61E-02	0,00E+00	0,00E+00
EMHV de Palme	2,71E-01	7,50E-02	9,16E-02	1,04E-01	0,00E+00	0,00E+00
HVP	2,26E-01	1,84E-01	8,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EMHAU	2,36E-01	0,00E+00	1,95E-01	4,12E-02	0,00E+00	0,00E+00
EMGA	2,34E-01	0,00E+00	2,07E-01	2,67E-02	0,00E+00	0,00E+00
E10 de blé	6,20E-01	1,66E-01	3,81E-01	7,25E-02	0,00E+00	0,00E+00
E10 de maïs	5,75E-01	1,80E-01	3,15E-01	8,02E-02	0,00E+00	0,00E+00
E10 de betterave	5,92E-01	4,46E-02	4,67E-01	8,08E-02	0,00E+00	0,00E+00
E10 de Canne à Sucre	1,83E-01	7,11E-02	-4,72E-03	1,16E-01	0,00E+00	0,00E+00
E10, ETBE Blé	1,00E+00	1,68E-01	3,86E-01	7,34E-02	3,76E-01	0,00E+00
E10, ETBE de maïs	9,58E-01	1,82E-01	3,19E-01	8,13E-02	3,76E-01	0,00E+00
E10, ETBE Betterave	9,76E-01	4,51E-02	4,73E-01	8,19E-02	3,76E-01	0,00E+00
E10, ETBE Canne à Sucre	5,61E-01	7,20E-02	-4,78E-03	1,18E-01	3,76E-01	0,00E+00

Tableau 11 - Bilans désagrégés par étape : Emission de GES

Emissions de gaz à effet de serre (kg CO ₂ eq/MJ)	TOTAL	Production MATIERE PREMIERE	INDUSTRIEL	TRANSPORT-DISTRIBUTION	ETBE	VEHICULE
Diesel EURO 4	9,14E-02	7,63E-03	9,67E-03	5,23E-04	0,00E+00	7,35E-02
Essence EURO 4	9,01E-02	7,63E-03	7,34E-03	5,22E-04	0,00E+00	7,46E-02
EMHV de colza	3,73E-02	2,87E-02	7,10E-03	1,47E-03	0,00E+00	0,00E+00
EMHV de tournesol	2,51E-02	1,67E-02	6,90E-03	1,52E-03	0,00E+00	0,00E+00
EMHV de soja	2,11E-02	1,10E-02	5,77E-03	4,39E-03	0,00E+00	0,00E+00
EMHV de Palme	2,18E-02	1,20E-02	4,15E-03	5,65E-03	0,00E+00	0,00E+00
HVP	3,18E-02	3,15E-02	3,33E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EMHAU	8,70E-03	0,00E+00	7,08E-03	1,62E-03	0,00E+00	0,00E+00
EMGA	8,44E-03	0,00E+00	7,70E-03	7,38E-04	0,00E+00	0,00E+00
E10 de blé	4,62E-02	2,79E-02	1,92E-02	3,51E-03	0,00E+00	-4,35E-03
E10 de maïs	3,98E-02	2,57E-02	1,50E-02	3,51E-03	0,00E+00	-4,35E-03
E10 de betterave	3,04E-02	8,92E-03	2,25E-02	3,33E-03	0,00E+00	-4,35E-03
E10 de Canne à Sucre	2,53E-02	2,40E-02	-6,28E-04	6,26E-03	0,00E+00	-4,35E-03
E10, ETBE Blé	6,86E-02	2,83E-02	1,94E-02	3,56E-03	2,17E-02	-4,35E-03
E10, ETBE de maïs	6,21E-02	2,60E-02	1,52E-02	3,55E-03	2,17E-02	-4,35E-03
E10, ETBE Betterave	5,26E-02	9,03E-03	2,28E-02	3,38E-03	2,17E-02	-4,35E-03
E10, ETBE Canne à Sucre	4,75E-02	2,44E-02	-6,36E-04	6,34E-03	2,17E-02	-4,35E-03

Tableau 12 - Bilans désagrégés par étape : oxydation Photochimique

Oxydation photochimique (kg C ₂ H ₄ eq/MJ)	TOTAL	Production MATIERE PREMIERE	INDUSTRIEL	TRANSPORT-DISTRIBUTION	ETBE	VEHICULE
Diesel EURO 4	1,12E-05	5,60E-06	3,68E-06	1,61E-07	0,00E+00	1,80E-06
Essence EURO 4	2,00E-05	5,60E-06	2,79E-06	1,60E-07	0,00E+00	1,14E-05
EMHV de colza	1,50E-05	3,03E-06	1,05E-05	5,25E-07	0,00E+00	1,00E-06
EMHV de tournesol	1,48E-05	2,67E-06	1,06E-05	5,17E-07	0,00E+00	1,00E-06
EMHV de soja	1,22E-05	2,42E-06	6,45E-06	2,32E-06	0,00E+00	1,00E-06
EMHV de Palme	7,93E-06	1,49E-06	2,29E-06	3,15E-06	0,00E+00	1,00E-06
HVP	5,71E-06	3,35E-06	7,77E-08	0,00E+00	0,00E+00	2,29E-06
EMHAU	4,69E-06	0,00E+00	3,19E-06	4,98E-07	0,00E+00	1,00E-06
EMGA	4,57E-06	0,00E+00	3,33E-06	2,34E-07	0,00E+00	1,00E-06
E10 de blé	-6,07E-06	2,97E-06	4,90E-06	7,98E-07	0,00E+00	-1,47E-05
E10 de maïs	-6,32E-06	2,99E-06	4,27E-06	1,16E-06	0,00E+00	-1,47E-05
E10 de betterave	-6,02E-06	1,17E-06	6,46E-06	1,10E-06	0,00E+00	-1,47E-05
E10 de Canne à Sucre	1,40E-04	1,50E-04	1,47E-06	3,58E-06	0,00E+00	-1,47E-05
E10, ETBE Blé	-6,16E-06	3,01E-06	4,97E-06	8,09E-07	-2,04E-07	-1,47E-05
E10, ETBE de maïs	-6,42E-06	3,03E-06	4,33E-06	1,17E-06	-2,04E-07	-1,47E-05
E10, ETBE Betterave	-6,11E-06	1,18E-06	6,55E-06	1,11E-06	-2,04E-07	-1,47E-05

Oxydation photochimique (kg C2H4 eq/MJ)	TOTAL	Production MATIERE PREMIERE	INDUSTRIEL	TRANSPORT-DISTRIBUTION	ETBE	VEHICULE
E10, ETBE Canne à Sucre	1,42E-04	1,52E-04	1,49E-06	3,63E-06	-2,04E-07	-1,47E-05

Tableau 13 - Bilans désagrégés par étape : Toxicité humaine

Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq/MJ)	TOTAL	Production MATIERE PREMIERE	INDUSTRIEL	TRANSPORT-DISTRIBUTION	ETBE	VEHICULE
Diesel EURO 4	4,12E-01	6,13E-03	1,53E-03	1,75E-04	0,00E+00	4,04E-01
Essence EURO 4	2,05E-02	6,13E-03	1,17E-03	1,74E-04	0,00E+00	1,30E-02
EMHV de colza	-6,48E-01	3,18E-02	1,41E-03	5,02E-04	0,00E+00	-6,81E-01
EMHV de tournesol	-6,41E-01	3,86E-02	1,38E-03	5,03E-04	0,00E+00	-6,81E-01
EMHV de soja	-6,53E-01	2,48E-02	1,19E-03	2,17E-03	0,00E+00	-6,81E-01
EMHV de Palme	-6,46E-01	2,92E-02	3,04E-03	2,87E-03	0,00E+00	-6,81E-01
HVP	4,20E-01	3,51E-02	1,50E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,85E-01
EMHAU	-6,78E-01	0,00E+00	3,16E-03	4,67E-04	0,00E+00	-6,81E-01
EMGA	-6,78E-01	0,00E+00	3,26E-03	2,34E-04	0,00E+00	-6,81E-01
E10 de blé	5,11E-02	3,44E-02	2,93E-03	7,79E-04	0,00E+00	1,30E-02
E10 de maïs	4,15E-02	2,50E-02	2,41E-03	1,06E-03	0,00E+00	1,30E-02
E10 de betterave	3,31E-02	1,58E-02	3,24E-03	1,02E-03	0,00E+00	1,30E-02
E10 de Canne à Sucre	3,56E-02	1,59E-02	3,42E-03	3,27E-03	0,00E+00	1,30E-02
E10, ETBE Blé	4,91E-02	3,48E-02	2,97E-03	7,89E-04	-2,56E-03	1,30E-02
E10, ETBE de maïs	3,93E-02	2,54E-02	2,44E-03	1,07E-03	-2,56E-03	1,30E-02
E10, ETBE Betterave	3,08E-02	1,60E-02	3,28E-03	1,04E-03	-2,56E-03	1,30E-02
E10, ETBE Canne à Sucre	3,33E-02	1,61E-02	3,47E-03	3,31E-03	-2,56E-03	1,30E-02

Tableau 14 - Bilans désagrégés par étape : Eutrophisation

Eutrophisation (kg PO4- eq/MJ)	TOTAL	Production MATIERE PREMIERE	INDUSTRIEL	TRANSPORT-DISTRIBUTION	ETBE	VEHICULE
Diesel EURO 4	3,71E-05	1,51E-05	2,48E-06	3,56E-07	0,00E+00	1,91E-05
Essence EURO 4	1,80E-05	1,51E-05	1,91E-06	3,55E-07	0,00E+00	6,50E-07
EMHV de colza	3,64E-04	3,17E-04	2,01E-05	1,35E-06	0,00E+00	2,53E-05
EMHV de tournesol	3,89E-04	3,43E-04	1,98E-05	1,25E-06	0,00E+00	2,53E-05
EMHV de soja	1,79E-04	1,28E-04	1,98E-05	5,91E-06	0,00E+00	2,53E-05
EMHV de Palme	1,84E-04	1,45E-04	5,18E-06	8,10E-06	0,00E+00	2,53E-05
HVP	3,46E-04	3,27E-04	1,32E-07	0,00E+00	0,00E+00	1,91E-05
EMHAU	5,00E-05	0,00E+00	2,35E-05	1,30E-06	0,00E+00	2,53E-05
EMGA	5,15E-05	0,00E+00	2,57E-05	5,04E-07	0,00E+00	2,53E-05

E10 de blé	4,11E-04	2,78E-04	1,28E-04	4,17E-06	0,00E+00	6,50E-07
E10 de maïs	3,79E-04	2,48E-04	1,28E-04	2,54E-06	0,00E+00	6,50E-07
E10 de betterave	1,95E-04	7,09E-05	1,21E-04	2,40E-06	0,00E+00	6,50E-07
E10 de Canne à Sucre	2,19E-04	7,59E-05	1,33E-04	9,13E-06	0,00E+00	6,50E-07
E10, ETBE Blé	4,05E-04	2,81E-04	1,30E-04	4,23E-06	-1,12E-05	6,50E-07
E10, ETBE de maïs	3,73E-04	2,51E-04	1,30E-04	2,57E-06	-1,12E-05	6,50E-07
E10, ETBE Betterave	1,86E-04	7,18E-05	1,22E-04	2,43E-06	-1,12E-05	6,50E-07
E10, ETBE Canne à Sucre	2,10E-04	7,69E-05	1,35E-04	9,25E-06	-1,12E-05	6,50E-07

3. ANNEXE – 2 JEUX DE DONNEES D'ENTREE

La présente annexe donne la totalité des valeurs utilisées pour les calculs de cette étude. Les sources de données et la variabilité estimée de ces grandeurs sont aussi communiquées.

Cependant, afin de préserver la confidentialité des données des procédés industriels, des plages de valeurs ont parfois dû être utilisées. L'ordre de grandeur est cependant une indication importante pour assurer la transparence de cette étude.

FILIÈRE DIESEL						
GENERALITES :						
TYPE de PROCÉDE :	raffinage en Europe					
Qualification des données utilisées :	Ptréole brut issu des inventaires ECOINVENT; données raffinage issues de l'approche incrémentale JEC-CONCAWE					
Qualification diffusion :	libre					
Représentativité	raffinerie européenne					
Année	estimé valable de 2006 à 2010					
	EURO4		EURO5			
Phase industrielle						
	Données d'entrée		Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité	Valeur	unité		
extraction de brut						
Rendements						
brut acheminée europe	1,00	MJ brut / MJ extrait	1,00	MJ brut / MJ extrait	Inventaire : 20%	ECOINVENT
Raffinage						
Rendements						
Diesel produit	1,00	MJ diesel/ MJ brut	1,00	MJ diesel/ MJ brut		JEC
Intrants						
brut consommé comme combustible sur la raffinerie	0,05	MJ/ MJ diesel	0,05	MJ/ MJ diesel	30%	JEC, BIO pour la répartition
Gaz naturel brûlé	0,05	MJ/ MJ diesel	0,05	MJ/ MJ diesel	30%	BIO
Emissions						
émissions raffinage diesel	1,00	kg/kg diesel	1,00	kg/kg diesel		iREP
Distribution vers utilisateur final						
Route	109	km	109	km	30%	IFP
Transport maritime	0	km	0	km	30%	IFP
Transport fluvial	17	km	17	km	30%	IFP
Rail	69	km	69	km	30%	IFP
Pipeline	113	km	113	km	30%	IFP

Electricité	180	MJe/t bc	180	MJe/t bc	30%	JEC 2008
Utilisation véhicule						
Rendements						
diesel	43,1	MJ/kg	43,1	MJ/kg		
carburant choisi	0,588	km/MJ	0,700	km/MJ		

FILIERE ESSENCE						
GENERALITES :						
TYPE de PROCEDE :	raffinage en Europe					
Qualification des données utilisées :	Ptréole brut issu des inventaires ECOINVENT;données raffinage issues de l'approche incrémentale JEC-CONCAWE					
Qualification diffusion :	libre					
Représentativité	raffinerie européenne					
Année	estimé valable de 2006 à 2010					

	EURO4		EURO5			
Phase industrielle						
	Données d'entrée		Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité	Valeur	unité		
extraction de brut						
Rendements						
brut acheminée europe	1,00	MJ brut / MJ extrait	1,00	MJ brut / MJ extrait	Inventaire : 20%	ECOINVENT
Raffinage						
Rendements						
Essence produit	1,00	MJ essence/ MJ brut	1,00	MJ essence/ MJ brut		JEC
Intrants						
brut consommé comme combustible sur la raffinerie	0,04	MJ/ MJ essence	0,04	MJ/ MJ essence	30%	JEC, BIO pour la répartition
Gaz naturel brûlé	0,04	MJ/ MJ essence	0,04	MJ/ MJ essence	30%	JEC, BIO pour la répartition
Emissions						
émissions raffinage essence	1,00	kg/kg essence	1,00	kg/kg essence		iREP

Distribution vers utilisateur final						
Route	109	km	109	km	30%	IFP
Transport maritime	0	km	0	km	30%	IFP
Transport fluvial	17	km	17	km	30%	IFP
Rail	69	km	69	km	30%	IFP
Pipeline	113	km	113	km	30%	IFP
Electricité	180	MJe/t bc	180	MJe/t bc	30%	JEC 2008
Utilisation véhicule						
Rendements						
essence	43,2	MJ/kg	43,1	MJ/kg		
essence	0,455	km/MJ	0,578	km/MJ		

FILIERE EMHV de COLZA

GENERALITES :	
TYPE de PROCEDURE :	catalyse homogène lavage à l'eau
Qualification des données utilisées :	moyenne multi site hors Rouen 1
Qualification diffusion :	libre car moyennées
Représentativité	Tous les sites PROLEA France, soit plus de 80% de la production actuelle
Année	2008

CULTURE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
Grains (9% humidité)	3280	kg/ha	2%	moyenne SCEES
Intrants				
Engrais N minéral (doses épandues)	164	kg N /ha	10%	CETIOM
Engrais N organique (doses épandues)	24	kg N /ha	10%	CETIOM
Engrais P2O5 (quantité exportée)	44	kg P ₂ O ₅ /ha	10%	CETIOM
Engrais K2O (quantité exportée)	33	kg K ₂ O/ha	10%	CETIOM
Engrais CaO	0	kg/ha	10%	CETIOM
Produits phytosanitaires	2	kg m.a./ha	10%	CETIOM
semences	3	kg/ha	10%	CETIOM
Mécanisation (diesel)	68	l/ha	20%	CETIOM
Séchage (électricité)	148	MJe/t grain	20%	CETIOM
CAS	voir tableaux CAS	kgCO ₂ eq/ha	400%	
Soufre dans apport de N (en unité S /ha)	48	kg/ha	20%	CETIOM
Soufre sans N (kiésérite...) en unités S /ha	15	kg/ha	20%	CETIOM
Emissions				
Amortissement énergétique	0,00	kg matériel/ha/an		
Emission N ₂ O au champ	2,87	kgN/ha	100%	calcul GIEC
Emission NH ₃ au champ	11,10	kgN/ha	50%	CORPEN
Emission NOx Champ	1,88	kgN/ha	100%	INRA
Emission Pesticides air	0,24	kg m.a./ha	100%	CORINAir
Emission Pesticides sol	1,22	kg m.a./ha	25%	Estimation BIO
Emission Pesticides eau	0,02	kg m.a./ha	50%	[1]
Emission Nitrates Champ	40	kgN/ha	50%	[1]
Emission Phosphate Champ	0,10	kgP/ha	50%	[1]
Emission Elements traces champ	241,16	kg apports/ha	50%	[1]
Emission COV champs	0,00	kg/ha		Estimation BIO
Données intermédiaires				
Fraction des nutriments épandus d'origine synthétique				
P ₂ O ₅	100%		100%	
K ₂ O	100%		100%	
P ₂ O ₅ synth exporté	44,0	kg/ha		
K ₂ O synth exporté	32,8	kg/ha		

Comptabilisation des quantités d'azote échangées via les résidus de culture enfouis				
N cédé par la culture précédente	50	kg/ha	30%	GIEC adapté FR, résidu moyen des précédents blé
N cédé à la culture suivante	60	kg/ha	30%	GIEC adapté FR
Taux d'azote des résidus qui est valorisable par les cultures suivantes				
N cédé par la culture précédente	100%		50%	instituts agricoles
N cédé à la culture suivante	100%		50%	instituts agricoles
Valeurs utilisées pour les calculs apports engrais et émission N2O				
Crédit des résidus	-10,0	kg N/ha		
Apports nets d'azote minéral	154,4	kg N/ha		
Apports émetteur N ₂ O d'azote	248,4	kg N/ha		

TRANSPORT				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	120	km	30%	
Transport maritime	220	km	30%	
Transport fluvial	23	km	30%	
Rail	49	km	30%	
PHASE INDUSTRIELLE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Mix de combustibles considéré pour la production de vapeur				
Gaz naturel	100%			PROLEA
Charbon	0%			
Fioul	0%			
Biomasse (coproduits industriels exclus)	0%			
Extraction Huile				
Rendements				
Huile brute	0,424	kg hb/kg gr	5%	PROLEA
Tourteaux	0,558	kg trt/kg gr	5%	PROLEA
Intrants				
N-hexane	2	kg/t hb	10%	PROLEA
Vapeur	1600,6	MJ/t hb	5%	PROLEA
Electricité	360	MJe/t hb	10%	PROLEA
Biomasse cogénérée	0	MJ/t hb	10%	PROLEA
Emissions Hexane	1,14	kg/t hb	20%	iREP + PROLEA
Semi-raffinage				
Rendements				
Huile neutre	0,98	kg/kg hb	5%	PROLEA
Huile acides	0,02	kg/kg hb	5%	PROLEA
Intrants				
Acide phosphorique (100%)	1	kg /t hn	10%	PROLEA
Soude (100%)	3	kg /t hn	10%	PROLEA
Vapeur	149	MJe/t hn	10%	PROLEA

Electricité	34	MJe/t hn	10%	PROLEA
Biomasse cogénérée	0	MJ/t hb	10%	PROLEA
Estérification				
Rendements				
Biodiesel	0,994	kg bc/kg hn	0,05	PROLEA
Glycérine	0,122	kg gl/kg hn	0,05	PROLEA
Huile acides	0,008	kg ha/kg hn	0,05	PROLEA
Intrants				
Méthanol	107,5	kg/t bc	5%	PROLEA
Acide chlorhydrique 100%	4	kg/t bc	10%	PROLEA
Méthylate de sodium	5,3	kg/t bc	5%	PROLEA
Vapeur	1013	MJ/t bc	10%	PROLEA
Electricité	151	MJe/t bc	10%	PROLEA
Biomasse cogénérée	0	MJ/t hb	10%	PROLEA
Emissions méthanol vers l'air et l'eau	Air : 0,008 Eau : 0,0232	kg/t hb	20%	iREP + PROLEA
Emissions de polluants				
Emissions autres polluants	Voir tableau 24 du rapport complet : Phospore : 0,212 DCO : 1,09	kg / t bc	30%	iREP
DISTRIBUTION USINE - site de mélange				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	35	km	30%	PROLEA
Transport maritime	304	km	30%	PROLEA
Transport fluvial	67	km	30%	PROLEA
Rail	14	km	30%	PROLEA
Pipe	1	MJe/t bc	30%	PROLEA
DISTRIBUTION site de mélange VERS automobilistes				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	100	km	10%	IFP
Transport maritime	0	km	10%	IFP
Transport fluvial	0	km	10%	IFP
Rail	0	km	10%	IFP
Electricité	180	MJe/t bc	10%	JEC 2008
UTILISATION VEHICULE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
EMHV, PCI	37,2	MJ/kg	5%	JEC
EMHV, rendement kilométrique	0,588	km/MJ	10%	IFP

FILIERE BIODIESEL DE TOURNESOL

GENERALITES :

TYPE de PROCEDURE :	catalyse homogène lavage à l'eau
Qualification des données utilisées :	moyenne multi site
Qualification diffusion :	libre car moyenne
Représentativité	Tous les sites PROLEA France, soit plus de 80% de la production actuelle
Année	2008

CULTURE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
Grains	2391	kg / ha	2%	moyenne SCEES
Intrants				
Engrais N minéral (doses épandues)	38	kg N/ha	10%	CETIOM
Engrais N organique (doses épandues)	0	kg N/ha	10%	CETIOM
Engrais P ₂ O ₅ (quantité exportée)	29	kg P ₂ O ₅ /ha	10%	CETIOM
Engrais K ₂ O (quantité exportée)	22	kg K ₂ O/ha	10%	CETIOM
Engrais CaO	0	kg CaO/ha	10%	CETIOM
Produits phytosanitaires	3	kg ma/ha	10%	CETIOM
Graines	4	kg gr/ha	10%	CETIOM
Mécanisation (diesel)	67	l/ha	20%	CETIOM
Séchage (électricité)	148	MJe/t grain	20%	CETIOM
CAS	0	gCO ₂ eq/ha	400%	
Amortissement énergétique	0	kg matériel/ha/an	20%	CETIOM
Emissions				
Amortissement énergétique	0,00	kg matériel/ha/an		
Emission N ₂ O au champ	1,03	kgN/ha	100%	calcul GIEC
Emission NH ₃ champ	1,90	kgN/ha	50%	CORPEN
Emission Nox Champ	0,38	kgN/ha	100%	INRA
Emission Pesticides air	0,27	kg m.a./ha	100%	CORINAir
Emission Pesticides sol	1,33	kg m.a./ha	25%	Estimation BIO
Emission Pesticides eau	0,03	kg m.a./ha	50%	[1]
Emission Nitrates Champ	40,00	kgN/ha	50%	[1]
Emission Phosphate Champ	0,10	kgP/ha	50%	[1]
Emission Elements traces champ	88,21	kg apports/ha	50%	[1]
Emission COV champ	0,00	kg/ha		Estimation BIO
Données intermédiaires				
Fraction des nutriments épandus d'origine synthétique				
P ₂ O ₅	100%		100%	
K ₂ O	100%		100%	

Intrants				
Acide phosphorique (100%)	0,52	kg/t hn	5%	PROLEA
Soude (100%)	2,07	kg/t hn	5%	PROLEA
Vapeur	115,00	MJ/t hn	10%	PROLEA
Electricité	28,00	MJe/t hn	10%	PROLEA
Wintérisation				
Rendements				
Huile neutre pure	0,99	kg hnp/kg hn	1%	PROLEA
Intrants				
Vapeur	inclus dans semi raf.	MJ/t hnp		PROLEA
Electricité	inclus dans semi raf.	MJ/t hnp		PROLEA
Estérification				
rendement				
Biodiesel	0,994	kg bc/kg hnp	1%	PROLEA
Glycérine	0,122	kg gl/kg hnp	1%	PROLEA
Huile acides	0,08	kg bc/kg hnp	1%	PROLEA
Intrants				
Méthanol	107,5	kg/t bc	5%	PROLEA
Acide chlorhydrique 100%	4	kg/t bc	5%	PROLEA
Méthylate de sodium	5,3	kg/t bc	5%	PROLEA
Vapeur	1013	MJ/t bc	10%	PROLEA
Electricité	151	MJe/t bc	10%	PROLEA
Emissions méthanol vers l'air et l'eau	Air : 0,008 Eau : 0,0232	kg/t hb	20%	iREP + PROLEA
Emissions de polluants				
Emissions autres polluants	Voir tableau 24 du rapport complet : Phosphore : 0,212 DCO : 1,09	kg / t bc	30%	iREP
DISTRIBUTION USINE - site de mélange				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	35	km	30%	PROLEA
Transport maritime	304	km	30%	PROLEA
Transport fluvial	67	km	30%	PROLEA
Rail	14	km	30%	PROLEA
Pipe	1	MJe/t bc	30%	PROLEA
DISTRIBUTION site de mélange VERS automobilistes				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	100	km	10%	IFP
Transport maritime	0	km	10%	IFP
Transport fluvial	0	km	10%	IFP
Rail	0	km	10%	IFP
Electricité	180	MJe/t bc	10%	JEC 2008
UTILISATION VEHICULE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source

	Valeur	unité		
Rendements				
EMHV, PCI	37,2	MJ/kg	5%	JEC
EMHV, rendement kilométrique	0,588	km/MJ	10%	IFP

FILIERE BIODIESEL DE SOJA

GENERALITES PARTIE AGRICOLE:

Qualification des données utilisées :	Bibliographie (ECOINVENT)
Représentativité	Données moyennes, issues de divers autres études
	Représentativité Brésil et USA

GENERALITES PARTIE AGRICOLE:

TYPE de PROCÉDE :	cat. homogène, lavage à l'eau
Qualification des données utilisées :	moyenne multisite + bibliographie
Qualification diffusion :	publiable
Représentativité	Tous les sites PROLEA France, plus regard croisé avec données BIOCAR
Année	2008

CULTURE	USA	Brésil		
	Données d'entrée	Données d'entrée	unité	Source
	Valeur	Valeur		
Part dans l'approvisionnement France				
	33%	66%		OilWorld
Rendements				
Grains	2 641	2544	kg / ha	ECOINVENT
Intrants				
Engrais N minéral (doses épandues)	5	8	kg N/ha	ECOINVENT
Engrais N organique (doses épandues)	0	0	kg N/ha	ECOINVENT
Engrais P2O5 (quantité exportée)	16	30	kg P2O5/ha	ECOINVENT
Engrais K2O (quantité exportée)	25	30	kg K2O/ha	ECOINVENT
Engrais CaO	22	0	kg CaO/ha	ECOINVENT
Produits phytosanitaires	1,3	1,5	kg ma/ha	ECOINVENT
Graines	2	2	kg gr/ha	ECOINVENT
Mécanisation (diesel)	55	65	l/ha	ECOINVENT
Séchage (électricité)	148	148	MJe/t grain	ECOINVENT
CAS	Voir partie afférente	Voir partie afférente	gCO2eq/ha	ECOINVENT
Amortissement énergétique	0	0	kg matériel /ha/an	BIO
Emissions				
Emission N2O au champs	0,52	0,55	kgN/ha	calcul GIEC
Emission NH3 champs	0,25	0,41	kgN/ha	CORPEN
Emission Nox Champs	0,05	0,08	kgN/ha	INRA
Emission Pesticides air	0,13	0,15	kg m.a./ha	CORINAir

Emission Pesticides sol	0,63	0,74	kg m.a./ha	Estimation BIO
Emission Pesticides eau	0,01	0,01	kg m.a./ha	[1]
Emission Nitrates Champs	10,00	10,00	kgN/ha	[1]
Emission Phosphate Champs	0,10	0,10	kgP/ha	[1]
Emission Elements traces champs	45,8	68,1	kg apports/ha	[1]
Emission COV champs	0,00		kg/ha	Estimation BIO
Données intermédiaires				
Fraction des nutriments épandus d'origine synthétique				
P2O5	100%	100%		
K2O	100%	100%		
P2O5 synth exporté	16	30	kg/ha	
K2O synth exporté	25	30	kg/ha	
Comptabilisation des quantités d'azote échangées via les résidus de culture enfouis				
Comptabilisation des quantités d'azote échangées via les résidus de culture enfouis				
N cédé par la culture précédente	50	50,0	kg/ha	GIEC adapté FR, résidu moyen des précédents blé
N cédé à la culture suivante	39	39,0	kg/ha	GIEC adapté FR
Taux d'azote des résidus qui est valorisable par les cultures suivantes				
Taux d'azote des résidus qui est valorisable par les cultures suivantes				
N cédé par la culture précédente	100%	100%	50%	instituts agricoles
N cédé à la culture suivante	100%	100%	50%	instituts agricoles
Valeurs utilisées pour les calculs apports engrais et émission N2O				
Données intermédiaires				
Crédit des résidus	11,0	11,0	kg/ha	calculs
Apports nets d'azote minéral	16,0	19,1	kg/ha	calculs
Apports émetteur N2O d'azote	44,0	47,1	kg/ha	calculs
Transport				
Route	100	100	km	ECOINVENT BIO (FR)
Transport maritime	0	0	km	ECOINVENT
Transport fluvial	0	0	km	ECOINVENT + BIO (Fr)
pipeline	0	0		
Rail	0	0	km	ECOINVENT + BIO (FR)
Phase industrielle				
Mix de combustibles considéré pour la production de vapeur				
Gaz naturel	100%	100%		PROLEA
Charbon	0%	0%		PROLEA
Fioul	0%	0%		PROLEA
Biomasse (coproduits industriels exclus)	0%	0%		PROLEA
TOTAL = 100%	100%	100%		PROLEA
Extraction Huile				
Rendements				

Huile brute	0,188	0,188	kg hb/kg gr	ECOINVENT
Tourteaux	0,794	0,794	kg trt/kg gr	ECOINVENT
Intrants				
N-hexane	2	2,1	kg/t hb	ECOINVENT
Vapeur	978	978	MJ/t hb	ECOINVENT
Electricité	202	202	MJe/t hb	ECOINVENT
Emissions Hexane	1,14	kg/t hb	20%	iREP + PROLEA
Transport -> Europe				
Route	0	0	km	
Transport maritime	7000	9000	km	ECOINVENT
Transport fluvial	0	0	km	ECOINVENT + BIO (Fr)
pipeline	0	600		ECOINVENT
Rail	1700	0	km	ECOINVENT + BIO (FR)
Semi-raffinage				
Rendements				
Huile neutre	0,98	identique	kg hn/kg hb	PROLEA
Huile acides	0,03	identique	kg hn/kg hb	PROLEA
Intrants				
Acide phosphorique (100%)	1	identique	kg /t hn	PROLEA
Soude (100%)	3	identique	kg /t hn	PROLEA
Vapeur	147	identique	MJ/t hn	PROLEA
Electricité	28	identique	MJe/t hn	PROLEA
Estérification				
Trans-estérification				
Rendements				
Biodiesel	0,98	identique	kg bc/kg hn	PROLEA
Glycérine	0,10	identique	kg gl/kg hn	PROLEA
Huile acides	0,015	identique	kg bc/kg hn	PROLEA
Intrants				
Méthanol	107,5	identique	kg/t bc	PROLEA
Acide chlorhydrique 100%	4	identique	kg/t bc	PROLEA
Méthylate de sodium	5,3	identique	kg/t bc	PROLEA
Vapeur	1013	identique	MJ/t bc	PROLEA
Electricité	151	identique	MJe/t bc	PROLEA
Emissions méthanol vers l'air et l'eau	Air : 0,008 Eau : 0,0232	kg/t hb	20%	iREP + PROLEA
Autres polluants				
Emissions autres polluants	Voir tableau 24 du rapport complet : Phosphore : 0,212 DCO : 1,09	kg / t bc	30%	iREP
DISTRIBUTION USINE - site de mélange				
	Données d'entrée	Source	unité	Variabilité
	Valeur			

Route	35	identique	km	PROLEA
Transport maritime	304	identique	km	PROLEA
Transport fluvial	67	identique	km	PROLEA
Rail	14	identique	km	PROLEA
pipe	1	identique	MJe/t bc	PROLEA
DISTRIBUTION site de mélange VERS automobilistes				
	Données d'entrée	Source		Variabilité
	Valeur		unité	
Route	100	identique	km	IFP
Transport maritime	0	identique	km	IFP
Transport fluvial	0	identique	km	IFP
Rail	0	identique	km	IFP
Electricité	180	identique	MJe/t bc	JEC 2008
UTILISATION VEHICULE				
	Données d'entrée	Source		Variabilité
	Valeur		unité	
Rendements				
EMHV, PCI	37,2	identique	MJ/kg	JEC
EMHV, rendement kilométrique	0,588	identique	km/MJ	IFP

FILIERE PALME

GENERALITES :

TYPE de PROCEDE :

raffinage physique, catalyse homogène, lavage à l'eau

Qualification des données utilisées :

moyenne statistique pour la partie agricole; moyenne PROLEA

Qualification diffusion :

libre

Représentativité

Malaisie et Indonésie, procédés français

Année

2003-2005 pour les cultures agricoles, 2008 pour les procédés industriels

	Malaisie	Indonésie			
CULTURE					
	Données d'entrée	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	Valeur	unité		
Rendements					
Fruits	22 000	20000	kg / ha	10%	[3] pour la Malaisie et CIRAD pour l'Indonésie
part du pays dans la moyenne	60%	40%			
Intrants					
Engrais N minéral (doses épandues)	100,0	240,0	kgN/ha	20%	[3] et CIRAD
résidus de culture	0,0	0,0	kgN/ha	20%	
<i>Engrais majoritaire utilisé</i>	Sulfate d'ammonium.	urée		20%	[3] et CIRAD
Engrais P ₂ O ₅ minéral	35,2	67,2	kg/ha	20%	[3] et CIRAD
Engrais K ₂ O minéral	160,0	192,0	kg/ha	20%	[3] et CIRAD
Engrais N organique (doses épandues)	30,0	60,0	kg/ha	20%	[3] et CIRAD
Engrais P ₂ O ₅ organique (doses épandues)	10,0	16,8	kg/ha	20%	[3] et CIRAD
Engrais K ₂ O organique	110,0	48,0	kg/ha	20%	[3] et CIRAD
Engrais MgO minéral	45,0		kg/ha	20%	[3] et CIRAD
Engrais CaO		96,0		20%	[3] et CIRAD
<i>engrais exportés par la culture</i>	= engrais appliqués			20%	
<i>taux émissionN-NH₃ retenu</i>	8%	15%		20%	CORINAIR
				20%	
Produits phytosanitaires	8,8	2,0	kg/ha	20%	[3] et CIRAD
Graines			kg/ha	20%	
Mécanisation (diesel)	2800,0	1000,0	MJ/ha	20%	[3] et CIRAD
besoin en électricité	8,8	4,0	MJ/ha	20%	[3] et CIRAD
CAS	0,0	0,0	kgCO ₂ eq/ha	20%	
Emissions					
Emission N ₂ O au champ	1,69	3,49	kg N /ha	100%	calcul IPCC
Emission NH ₃ champ	8,60	19,20	kg N /ha	50%	CORPEN
Emission NOx Champ	1,30	3,00	kg N /ha	100%	INRA
Emission Pesticides air	0,88	0,20	kg m.a./ha	100%	CORINAir
Emission Pesticides sol	4,40	1,00	kg m.a./ha	25%	Estimation BIO

Emission Pesticides eau	0,09	0,02	kg m.a./ha	50%	Estimation BIO
Emission Nitrates Champ	40,00	40,00	kgN/ha	50%	Estimation BIO
Emission Phosphate Champ	0,10	0,10	kgP/ha	50%	Estimation BIO
Emission Elements traces champ	295,20	499,20	kg apports/ha	50%	Estimation BIO
Emission COV champ	0,00	0,00	kg/ha		Estimation BIO
TRANSPORT					
	Données d'entrée	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	Valeur	unité		
route (aller simple)	100	100	km	100%	
train	0	0		100%	
Phase industrielle					
	Données d'entrée	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	Valeur	unité		
Usinage					
Rendements					
Huile brute palme	0,200	0,200	kg hb/kg fruits	20%	CIRAD
Huile de palmiste	0,027	0,020	kg/t kg fruits	20%	[3]
tourteaux	0,031	0,031	kg/t kg fruits	20%	[3]
Effluent de presse (40% MS)	0,500	0,500	kg/t kg fruits	20%	[3]
	5,000	5,000	kg MO / tonne effluent	20%	[3]
raffles(35% MS)	0,234	0	kg/t kg fruits	20%	[3]
coques (80% MS)	0,076	0	kg/t kg fruits	20%	[3]
noyaux (80% MS)	0,066	0,066	kg/t kg fruits	20%	[3]
fibres (60% MS)	0,156	0,156	kg trt/kg fruits	20%	[3]
Intrants					
source énergie	100% renouvelable	100% renouvelable			
energie contenue dans les résidus	4 890	4 890	MJ/t fruits	10%	ECOINVENT
Energie consommée par l'usage (100% renouvelable):					
vapeur cogénérée	10 000	10 000	MJ/t hb	50%	ECOINVENT+[3]
électricité cogénérée	1 000	1 000	MJ/t hb	50%	ECOINVENT+[3]
Energie supplémentaire disponible :					
vapeur cogénérée (non utilisée)	-9 522	-10 105	MJ/t hb	50%	calcul BIO
électricité cogénérée (exportée sur le réseau)	-846	-898	MJe/t hb	50%	calcul BIO
Autres flux					
crédit épandage raffles	(intégré dans l'épandage des engrais organiques)	(intégré dans l'épandage des engrais organiques)			
émissions CH ₄ du lagunage/épandage des effluents	65%	65%	% C de la Matière Oragnique émis sous forme de CH ₄	30%	[2]
	7,15	7,09	kg CH ₄ / t hb	30%	
part des sites méthanisant ce biogaz	12%	4%	%	30%	CIRAD
biogaz des effluents	0,98	0,30	m ³ gaz/t huile	30%	[3]

crédit biogaz récupéré	-45,14	-13,68	MJ GN/ thuille	30%	
Raffinage (physique) et fractionnement					
Rendements					
Rendement raffinage	0,965	0,965	t huile neutre / t huile brute		
Intrants					
Vapeur (origine biomasse)	700	700	MJ/t huile neutre	20%	BIOCAR/PROLEA
Electricité (cogénération biomasse)	22	22	MJe/t huile neutre	20%	JEC
transport Asie-port de Marseille					
Route	100	100	km	50%	ECOINVENT
Transport maritime	11700	12500	km	20%	ECOINVENT + estimation BIO
transport fluvial	0	0	km	20%	
rail	0	0	km	20%	
Estérification					
Rendements					
Biodiesel	0,98	0,98	kg bc/kg hn	1%	BIOCAR
Glycérine	0,12	0,115	kg gl/kg hn	1%	BIOCAR
sulfate de potassium	0,00	0	kg ha/kg hn	1%	BIOCAR
Intrants					
Méthanol	107,5	100	kg/t bc	5%	valeur moyenne EMHV
Acide chlorhydrique 100%	5,3	10	kg/t bc	5%	valeur moyenne EMHV
Méthylate de sodium	17,00	17	kg/t bc	5%	valeur moyenne EMHV
Vapeur (gaz Naturel)	1000,00	1000	MJ/t bc	10%	valeur moyenne EMHV
Electricité France	150,00	150	MJe/t bc	10%	valeur moyenne EMHV
vapeur biomasse	0,00	0	MJ/t bc	10%	valeur moyenne EMHV
Emissions méthanol vers l'air et l'eau	Air : 0,008 Eau : 0,0232	kg/t hb	20%	iREP + PROLEA	Emissions méthanol vers l'air et l'eau
Autres polluants					
Emissions autres polluants	Voir tableau 24 du rapport complet : Phospore : 0,212 DCO : 1,09		kg / t bc	30%	iREP
Distribution vers dépôt					
	Données d'entrée	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	Valeur	unité		
Route	35	3477%	km	30%	
Transport maritime	304	30410%	km	30%	données IFP
Transport fluvial	67	6701%	km	30%	sur les carburants
Rail	14	1448%	km	30%	
pipe	1	69%	MJe/t bc	30%	
Distribution vers stations					

Route	100	10000%	km	50%	
Transport maritime	0	0%	km	50%	données IFP
Transport fluvial	0	0%	km	50%	sur les carburants
Rail	0	0%	km	50%	
Electricité	180,0	18000%	MJe/t bc	10%	
Utilisation véhicule					
Rendements					
EMHV	37,200	3720%	MJ/kg		JEC
EMHV	0,588	53%	km/MJ		IFP

- [1] Yacob S, Hassan MA, Shuirai Y, Wakisaka M, Subash S. Baseline study of methane emission from open digesting tanks of palm oil mill effluent treatment. Chemosphere 2005;59:1575e81.
- [2] Palm oil and the emission of carbon-based greenhouse gases L. Reijnders a,*, M.A.J. Huijbregts
- [3] Feasibility Study of Performing an Life Cycle Assessment on Crude Palm Oil Production in Malaysia Sumiani Yusoff and Sune Balle Hansen*
- [4] The greenhouse and air quality emissions of biodiesel blends in Australia Tom Beer, 2007

FILIERE HVP DE COLZA - ferme

GENERALITES :	
TYPE de PROCEDE :	presse à froid, à la ferme
Qualification des données utilisées :	données agricoles CETIOM, donnée bibliographique pour la presse + échange avec FNCUMA
Qualification diffusion :	libre
Représentativité	presses mobiles d'exploitation agricole
Année	2005-2008

CULTURE

	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
Grains	3280,5	kg / ha		
Intrants				
Engrais N minéral (doses épandues)	164,4	kg N /ha	10%	CETIOM
Engrais N organique (doses épandues)	24,0	kg N /ha	10%	CETIOM
Engrais P ₂ O ₅ (quantité exportée)	44,0	kg P ₂ O ₅ /ha	10%	CETIOM
Engrais K ₂ O (quantité exportée)	32,8	kg K ₂ O/ha	10%	CETIOM
Engrais CaO	0,0	kg/ha	10%	CETIOM
Produits phytosanitaires	2,4	kg m.a./ha	10%	CETIOM
semences	2,5	kg/ha	10%	CETIOM
Mécanisation (diesel)	67,8	l/ha	20%	CETIOM
Séchage (électricité)	148,0	MJ/t grain	20%	CETIOM
CAS	voir tableaux CAS	gCO ₂ eq/ha	20%	CETIOM
Souffre avec apports de N	48,0	kg/ha	20%	CETIOM
Sulfate de magnésium	15,1	kg/ha	20%	CETIOM
Emissions				
Amortissement énergétique	0,00	kg matériel/ha/an		
Emission N ₂ O au champ	2,87	kg N /ha	100%	calcul IPCC
Emission NH ₃ champ	11,10	kg N /ha	50%	CORPEN
Emission NOx Champ	1,88	kg N /ha	100%	INRA
Emission Pesticides air	0,24	kg m.a./ha	100%	CORINAir
Emission Pesticides sol	1,22	kg m.a./ha	25%	Estimation BIO
Emission Pesticides eau	0,02	kg m.a./ha	50%	[1]
Emission Nitrates Champ	36,00	kgN/ha	50%	[1]
Emission Phosphate Champ	0,10	kgP/ha	50%	[1]
Emission Elements traces champ	241,16	kg apports/ha	50%	[1]

Emission COV champ	0,00	kg/ha		Estimation BIO
Données intermédiaires				
Fraction des nutriments épandus d'origine synthétique				
P ₂ O ₅	100%			
K ₂ O	100%			
P ₂ O ₅ synth exporté	44,0	kg/ha		
K ₂ O synth exporté	32,8	kg/ha		
Comptabilisation des quantités d'azote échangées via les résidus de culture enfouis				
N cédé par la culture précédente	50,00	kg/ha	30%	IPCC adapté FR
N cédé à la culture suivante	60,00	kg/ha	30%	IPCC adapté FR
Taux d'azote des résidus qui est valorisable par les cultures suivantes				
N cédé par la culture précédente	100%		50%	instituts agricoles
N cédé à la culture suivante	100%		50%	instituts agricoles
Valeurs utilisées pour les calculs apports engrais et émission N ₂ O				
Crédit des résidus	-10,0	kg/ha		
Apports nets d'azote minéral	154,4	kg/ha		
Apports émetteur N ₂ O d'azote	248,4	kg/ha		

Transport				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	0	km	0	Exemple
Transport maritime	0	km	0	Exemple
Transport fluvial	0	km	0	Exemple
Rail	0	km	0	Exemple

Phase industrielle				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Mix de combustibles pour la production de vapeur				
Gaz naturel			100%	Exemple
Charbon			0%	Exemple
Fioul			0%	Exemple
Biomasse (coproduits industriels exclus)			0%	Exemple
TOTAL = 100%				
Extraction- par pression à froid				
Rendements				
Huile brute	0,30	kg hb/kg gr	0,30	FNCUMA
Tourteaux	0,70	kg trt/kg gr	0,70	FNCUMA
Intrants				
Electricité	1000,0	MJe/t hb	576,0	FNCUMA
Décantation				
Intégré dans le rendement extraction				

Filtration				
Intégré dans le rendement extraction				

Distribution				
Route	0,0	km		BIO
Transport maritime	0,0	km		BIO
Transport fluvial	0,0	km		BIO
Rail	0,0	km		BIO
Electricité	0,0	MJe/t bc		BIO

Utilisation véhicule				
Rendements				
HVP	36	MJ/kg		
HVP	0,56	km/MJ		

FILIERE BIODIESEL D'HUILES ALIMENTAIRES USAGEES

GENERALITES :	
TYPE de PROCEDURE :	pré-catalyse acide, puis transestérification; catalyse homogène, lavage à l'eau
Qualification des données utilisées :	données fournies par VEOLIA
Qualification diffusion :	plage de valeur
Représentativité	Unique site en France
Année	2009-- 2010

Transport				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	150-300	km	20%	VEOLIA
Transport maritime	0	km	20%	VEOLIA
Transport fluvial	0	km	20%	VEOLIA
Rail	0	km	20%	VEOLIA

Phase industrielle				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Mix de combustibles pour la production de vapeur				
Gaz naturel	100%		100%	<i>exemple</i>
Charbon	0%		0%	<i>exemple</i>
Fioul	0%		0%	<i>exemple</i>
Biomasse (coproduits industriels exclus)	0%		0%	<i>exemple</i>
Energie fatale (incinérateur)	0%			
TOTAL = 100%	100%			
Préparation huiles (amont)				
Rendements				
huile valorisable	0,78 - 0,88	kg valorisable entrant	20%	VEOLIA
Intrants				
Electricité	5-20	MJ/t traité	20%	VEOLIA
Fioul	200-400	MJ/t traité	20%	VEOLIA
Estérification				
Rendements				
Biodiesel	0,92 - 0,97	kg bc/kg traité	20%	VEOLIA
Glycérine	0,13 - 0,17	kg gl/kg traité	20%	VEOLIA
sels	0,03 - 0,09	kg sels/kg traité	20%	VEOLIA
Intrants				
Méthanol	100-140	kg/t bc	5%	VEOLIA

KOH	10-20	kg/t bc	5%	VEOLIA
Acide sulfurique (100%)	2-5	kg/t bc	5%	VEOLIA
Acide phosphorique (100%)	30-50	kg/t bc	5%	VEOLIA
Vapeur à partir GN	700-1100	MJ/t bc	10%	VEOLIA
Vapeur à partir incinération déchets (cas Actuel)	0,00	MJ/t bc	10%	VEOLIA
Electricité	13 - 17	MJe/t bc	10%	VEOLIA
Emissions méthanol vers l'air et l'eau	Air : 0,008 Eau : 0,0232	kg/t hb	20%	iREP + PROLEA
Emission autres polluants				
Emission autres polluants (allocation à 100% au biocarburant)	Voir tableau 24 du rapport. Les émissions d'hexane sont neutralisées	kg/t bc	30%	iREP

Transport vers dépôt				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	0	km	20%	VEOLIA
Transport maritime	0	km	20%	VEOLIA
Transport fluvial	100 - 300	km	20%	VEOLIA
Rail	0	km	20%	VEOLIA
Electricité	0	MJe/t bc	20%	VEOLIA

Distribution dépôt site d'utilisation B30				
Route	100	km	50%	IFP
Transport maritime	0	km	50%	IFP
Transport fluvial	0	km	50%	IFP
Rail	0	km	50%	IFP
Electricité	180	MJe/t bc	10%	JEC
Utilisation véhicule				
Rendements				
EMHAU	37,2	MJ/kg		
EMHAU	0,588	km/MJ		

FILIERE BIODIESEL DE GRAISSE ANIMALE

GENERALITES :	
TYPE de PROCEDE :	pré-catalyse acide, puis transesterification; catalyse homogène, distillation
Qualification des données utilisées :	données construites à partir d'autres filières + échange téléphonique avec SARIA
Qualification diffusion :	plage de valeur
Représentativité	Site Allemand, pas encore de site en france
Année	2009-- 2010

Collecte et préparation

	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
traitement des graisses	0, 1 dans le cas pris en compte (voir inventaire ECOINVENT "préparation des graisses à partir de sous produit")	KG graisse / kg graisse	20%	ECOINVENT
transport camion vers site de biocarburant	100	tkm	20%	BIO

Phase industrielle

	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Mix de combustibles pour la production de vapeur				
Gaz naturel	100%		100%	exemple
Charbon	0%		0%	exemple
Fioul	0%		0%	exemple
Biomasse (coproduits industriels exclus)	0%		0%	exemple
Energie fatale (incinérateur)	0%			
TOTAL = 100%	100%			
Préparation graisses (amont)				
Rendements				
	1,00	kg traité/kg entrant		
Intrants				
Electricité	0,00	MJ/t traité		
Fioul	0,00	MJ/t traité		
autres intrants :	0,00			
émissions autres que GES :	0,00			
Estérification				
Rendements				
Biodiesel	0,92 - 0,97	kg bc/kg traité		
Glycérine	0,13- 0,17	kg gl/kg traité		

sulfate de potassium	0,03 - 0,09	kg sels/kg traité		
Intrants				
Méthanol	100-140	kg/t bc	20%	Estimation données VEOLIA
KOH	10-20	kg/t bc	20%	Estimation données VEOLIA
Acide sulfurique (100%)	2-5	kg/t bc	20%	Estimation données VEOLIA
Acide phosphorique (100%)	30-50	kg/t bc	20%	Estimation données VEOLIA
gaz naturel, génération de vapeur	1600-2000	MJ/t bc	20%	données VEOLIA adapté avec distillation PROLEA
Vapeur à partir incinération déchets	0,00	MJ/t bc	20%	estimation BIO
Electricité	10-50	MJe/t bc	20%	Estimation données VEOLIA
Emissions méthanol vers l'air et l'eau	Air : 0,008 Eau : 0,0232	kg/t hb	20%	iREP + PROLEA
Emission autres polluants				
Emission autres polluants (allocation à 100% au biocarburant)	Voir tableau 24 du rapport. Les émissions d'hexane sont neutralisées	kg/t bc	30%	iREP
Crédits Epandage Sulfate de Potassium				
Sulfate de potassium	-20 -30	kg K/t bc	20%	iREP

transport vers dépôt				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	0	km		estimation BIO
Transport maritime	0	km		
Transport fluvial	0	km		
Rail	0	km		
Electricité	0	MJe/t bc		

Distribution dépôt site d'utilisation B30				
Route	100	km	50%	hypothèse BIO
Transport maritime	0	km		
Transport fluvial	0	km		
Rail	0	km		
Electricité	180	MJe/t bc	30%	JEC
Utilisation véhicule				
Rendements				
EMHAU	37,2	MJ/kg		

EMHAU	0,588	km/MJ		
-------	-------	-------	--	--

FILIERE ETHANOL de BLE

GENERALITES :	
TYPE de PROCEDURE :	dry mill, distillation, avec cogénération
Qualification des données utilisées :	site de Lillebonne, TEREOS
Qualification diffusion :	plages de valeurs
Représentativité	Un des deux sites principaux en fonctionnement
Année	fonctionnement en routine, fin 2008 - premiers mois 2009

CULTURE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
Grains (15% humidité)	7775	kg/ha	2%	moyenne SCEES
Intrants				
Engrais N minéral (doses épandues)	174	kg N/ha	10%	ARVALIS
Engrais N organique (doses épandues)	9	kg N/ha	10%	ARVALIS
Engrais P ₂ O ₅ (quantité exportée)	28	kg P ₂ O ₅ /ha	10%	ARVALIS
Engrais K ₂ O (quantité exportée)	26	kg K ₂ O/ha	10%	ARVALIS
Engrais CaO	0	kg CaO/ha	10%	ARVALIS
Produits phytosanitaires	3	kg ma/ha	10%	ARVALIS
semences	135	kg gr/ha	10%	ARVALIS
Mécanisation (diesel)	101	l/ha	20%	ARVALIS
Séchage	4	MJ/ha	10%	ARVALIS
Emissions				
Emission N ₂ O au champs	2,72	kgN/ha	100%	calcul GIEC
Emission NH ₃ champ	9,70	kgN/ha	50%	CORPEN
Emission NOx Champ	1,82	kgN/ha	100%	INRA
Emission Pesticides air	0,30	kg m.a./ha	100%	CORINAir
Emission Pesticides sol	1,52	kg m.a./ha	25%	Estimation BIO
Emission Pesticides eau	0,03	kg m.a./ha	50%	[1]
Emission Nitrates Champ	40,00	kgN/ha	50%	[1]
Emission Phosphate Champ	0,10	kgP/ha	50%	[1]
Emission Elements traces champ	227,79	kg apports/ha	50%	[1]
Emission COV champ	0,00	kg/ha		Estimation BIO
Données intermédiaires				
Fraction des nutriments épandus d'origine synthétique				
P ₂ O ₅	100%		100%	
K ₂ O	100%		100%	
P ₂ O ₅ synth exporté	28,2	kg/ha		
K ₂ O synth exporté	25,9	kg/ha		
Comptabilisation des quantités d'azote échangées via les résidus de culture enfouis				
N cédé par la culture précédente	60	kg/ha	30%	GIEC adapté FR, résidu moyen des

				précédents blé
N cédé à la culture suivante	50	kg/ha	30%	GIEC adapté FR
Taux d'azote des résidus qui est valorisable par les cultures suivantes				
N cédé par la culture précédente	100%		50%	instituts agricoles
N cédé à la culture suivante	100%		50%	instituts agricoles
Valeurs utilisées pour les calculs apports engrais et émission N2O				
Crédit des résidus	10,0	kg N/ha		
Apports nets d'azote minéral	183,7	kg N/ha		
Apports émetteur N ₂ O d'azote	232,2	kg N/ha		

TRANSPORT				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	60 - 120	km	30%	
Transport maritime	0	km	30%	
Transport fluvial	100 - 150	km	30%	
Rail	0	km	30%	
PHASE INDUSTRIELLE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Mix de combustibles considéré pour la production de vapeur				
Gaz naturel	100%			TEREOS
Charbon	0%			TEREOS
Fioul	0%			TEREOS
Biomasse (coproduits industriels exclus)	0%			TEREOS
Broyage -> fermentation				
Rendements				
grains ayant séché	0,984	kg gr13,5/ kg gr 15	5%	
Flegmes (93% v/v)	0,29-0,33	kg f93/kg gr 13,5	5%	TEREOS
Vinasses légères	3,4 - 3,8	kg vl/kg gr 13,5	5%	TEREOS
Flegmasses	0,37- 0,43	kg fg/kg gr 13,5	5%	TEREOS
Données utiles pour l'allocation amont				
Sucre utile dans le moût	0,55 – 0,62	kg / kg grains 13,5	5%	Calcul à partir éthanol produit
Matière sèche dans le moût	0,28 – 0,34	kg / kg grains 13,5	5%	TEREOS
Intrants				
Soude 50%	15 - 20	kg/t f93	10%	TEREOS
Acide sulfurique	5 - 10	kg/t f93	10%	TEREOS
Ammoniaque 27%	3 - 8		10%	
Combustible pour la vapeur	1600 - 1900	MJ/t f93	10%	TEREOS
Electricité du réseau	400 - 550	MJe/t f93	10%	TEREOS
Emissions COV	0,284	kg COV/t 93	20%	iREP
Distillation et Deshydratation des flegmes				

Rendements				
Ethanol	0,93	kg bc/kg f93		TEREOS
Flegmasses	0,07	kg fg/kg f93		TEREOS
Intrants				
Combustible pour la vapeur	5500 - 6500	MJ/t éthanol	10%	TEREOS
Electricité du réseau	80 - 130	MJe/t éthanol	10%	TEREOS
Emissions COV	0,075	kg COV/t 93	20%	iREP
Traitement des vinasses en DDGS				
Rendements				
Rendement massique vinasses légères --> Drèches	0,08 - 0,1	kg DDGS / kg vl	5%	TEREOS
Intrants				
Combustible pour la vapeur	3300 - 3700	MJ/t éthanol	10%	TEREOS
Electricité du réseau	700 - 900	MJe/t éthanol	10%	TEREOS
Emissions autres polluants				
Emissions d'autres polluants	Voir tableau 25 du rapport complet : Azote : 1,39 DCO : 43,7 P : 0,594	kg / t bc	30%	iREP
DISTRIBUTION USINE - site de mélange				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	10 - 40	km	30%	TEREOS
Transport maritime		km	30%	TEREOS
Transport fluvial	700 - 1100	km	30%	TEREOS
Rail		km	30%	TEREOS
DISTRIBUTION site de mélange VERS automobilistes				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	100	km	10%	IFP
Transport maritime	0	km	10%	IFP
Transport fluvial	0	km	10%	IFP
Rail	0	km	10%	IFP
Electricité	180	MJe/t bc	10%	JEC 2008
UTILISATION VEHICULE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
Ethanol	37,2	MJ/kg	5%	JEC
Ethanol	0,455	km/MJ	10%	IFP

FILIERE ETHANOL DE MAIS

GENERALITES :

TYPE de PROCÉDE :

dry mill, distillation, sans cogénération

Qualification des données utilisées :

site de Lacq, ABENGOA

Qualification diffusion :

plages de valeurs

Représentativité

Le seul site français maïs

Année

fonctionnement en routine, fin 2008 - premiers mois 2009

CULTURE

	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
Grains (15%)	8 800	kg/ha		SCEES, moyenne
Intrants				
Engrais N minéral (doses épandues)	188,91	kg/ha	10%	SCEES, 2006
Engrais N organique (doses épandues)	44,42	kg/ha	10%	SCEES, 2006
Engrais P ₂ O ₅ (quantité exportée)	66,00	kg/ha	10%	SCEES, 2006
Engrais K ₂ O (quantité exportée)	82,54	kg/ha	10%	SCEES, 2006
Engrais CaO	0,00	kg/ha	10%	SCEES, 2006
Produits phytosanitaires	2,47	kg/ha	10%	SCEES, 2006
Graines	27,23	kg/ha	10%	SCEES, 2006
Mécanisation (diesel)	89,96	l/ha	20%	SCEES, 2006
irrigation	632,09	MJe/ha	20%	SCEES, 2006
Séchage (électricité)	3053,07	MJe/ha	20%	ARVALIS
CAS	voir tableaux CAS	kgCO ₂ eq/ha		
Emissions				
Amortissement énergétique		kg matériel/ha/an		
Emission N ₂ O au champ	3,28	kg/ha	100%	calcul IPCC
Emission NH ₃ champ	14,78	kg/ha	50%	CORPEN
Emission NOx Champ	2,33	kg/ha	100%	INRA
Emission Pesticides air	0,25	kg/ha	100%	CORINAir
Emission Pesticides sol	1,24	kg/ha	25%	Estimation BIO
Emission Pesticides eau	0,02	kg m.a./ha	50%	[1]
Emission Nitrates Champ	40,00	kg/ha	50%	ARVALIS
Emission Phosphate Champ	0,10	kg/ha	50%	[1]
Emission Elements traces champ	337,45	kg/ha	50%	[1]
Emission COV champ	0,00	kg/ha		Estimation BIO
Données intermédiaires				
Fraction des nutriments épandus d'origine synthétique				
P ₂ O ₅	100%		10%	ITB
K ₂ O	100%		10%	ITB
P ₂ O ₅ synth exporté	66,0	kg/ha	10%	
K ₂ O synth exporté	82,5	kg/ha	10%	

Comptabilisation des quantités d'azote échangées via les résidus de culture enfouis				
N cédé par la culture précédente	50,0	kg/ha	30%	IPCC adapté FR
N cédé à la culture suivante	50,0	kg/ha	30%	IPCC adapté FR
Taux d'azote des résidus qui est valorisable par les cultures suivantes				
N cédé par la culture précédente	100%		50%	instituts agricoles
N cédé à la culture suivante	100%		50%	instituts agricoles
Valeurs utilisées pour les calculs apports engrais et émission N2O				
Crédit des résidus	0,0	kg N/ha	10%	
Apports nets d'azote minéral	188,9	kg N/ha	10%	
Apports émetteur N ₂ O d'azote	283,3	kg N/ha	10%	

TRANSPORT				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	50-150	km	30%	JEC 2007
Transport maritime	0	km	30%	JEC 2007
Transport fluvial	0	km	30%	JEC 2007
Rail	0	km	30%	JEC 2007
PHASE INDUSTRIELLE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Mix de combustibles considéré pour la production de vapeur				
Gaz naturel	100%		100%	ABENGOA
Charbon	0%		0%	ABENGOA
Fioul	0%		0%	ABENGOA
Biomasse (coproduits industriels exclus)	0%		0%	ABENGOA
Broyage -> distillation				
Rendements				
correction taux d'humidité	1,00	gr15%/gr15%	5,0%	ARVALIS- ABENGOA
Flegmes (93% v/v)	0,30-0,50	kg f93/kg gr15%	5,0%	ABENGOA
DDGS produites	0,20-0,40	kg DDGS/kg gr	5,0%	ABENGOA
CO ₂ biogénique	0,30-0,40	kg fg/kg gr	5,0%	ABENGOA
Données utiles allocation				
Sucre utile dans le moût	0,66 – 0,73	kg / kg grains 13,5	5%	Calcul à partir éthanol produit
Matière sèche dans le moût	0,25 – 0,32	kg / kg grains 13,5	5%	ABENGOA
Intrants				
Broyage -> Saccharification				
Soude 50%	8-10	kg/t f93	10,0%	ABENGOA
Acide sulfurique	2-3	kg/t f93	10,0%	ABENGOA
Vapeur	700-1000	MJ/t f93	10,0%	ABENGOA
Electricité du réseau (dont étape de fermentation)	550-800	MJe/t f93	10,0%	ABENGOA

vapeur biomasse	0,00	MJ/t f93	10,0%	ABENGOA
Fermentation				
Urée	2-4	kg/t f93	10,0%	ABENGOA
Ammonia	3-5	kg/t f93	10,0%	ABENGOA
alpha amylase	0,5-1,5	MJ/t f93	10,0%	ABENGOA
gluco amylase	1-1,5	MJe/t f93	10,0%	ABENGOA
Emissions COV	0,284	kg COV/t 93	20%	iREP
Distillation – deshydratation				
Vapeur	3500-5000	MJ/t f93	10,0%	ABENGOA
Electricité du réseau	0-150	MJe/t f93	10,0%	ABENGOA
vapeur biomasse	0,00	MJ/t f93	10,0%	ABENGOA
Emissions COV	0,075	kg COV/t 93	20%	iREP
Deshydratation des flegmes				
Rendements				
Ethanol	0,93	kg bc/kg f93		
Flegmasses		kg fg/kg f93		
Intrants				
Combustible pour la cogénération	inclus dans l'énergie distillation	MJ/ kg bc	10%	PROLEA
Electricité du réseau		MJ/ kg bc	10%	PROLEA
séchage des DDGS				
Intrants				
Vapeur	3500-5000	MJ/t éthanol	10%	ABENGOA
vapeur biomasse	0,00	MJ/t f93	10%	ABENGOA
Emission autres polluants				
Emissions d'autres polluants	Voir tableau 25 du rapport complet : Azote : 1,39 DCO : 43,7 P : 0,594	kg / t bc	30%	iREP
DISTRIBUTION USINE - site de mélange				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	300-500	km	10%	ABENGOA
Transport maritime	0	km	10%	ABENGOA
Transport fluvial	0	km	10%	ABENGOA
Rail	100-200	km	10%	ABENGOA
DISTRIBUTION site de mélange VERS automobilistes				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	100	km		IFP
Transport maritime	0	km		IFP
Transport fluvial	0	km		IFP
Rail	0	km		IFP
Pipeline	0	km		IFP
Electricité	180	MJe/t bc		JEC 2008
UTILISATION VEHICULE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		

	Valeur	unité		
Rendements				
Ethanol	26,8	MJ/kg		
Ethanol	0,455	km/MJ		

FILIERE ETHANOL DE BETTERAVE

GENERALITES :

TYPE de PROCEDURE :	sucrierie et distillerie attenantes; cogénération
Qualification des données utilisées :	données fournies par Cristal Union, site d'Arcis sur Aube
Qualification diffusion :	plages de valeur
Représentativité	France
Année	2007-2010

CULTURE

	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
Betterave, sucre produit	13 850	kg sucre/ha	5%	ITB
Intrants				
Engrais N synthétique (doses épandues)	97,30	kg N/ha	10%	ITB
Engrais N organique (doses épandues)	32,57	kg N/ha	10%	ITB
Engrais P ₂ O ₅ (quantité exportée)	47,84	kg P ₂ O ₅ /ha	10%	ITB
Engrais K ₂ O (quantité exportée)	159,27	kg K ₂ O/ha	10%	ITB
Engrais CaO	0,06	kg CaO/ha	10%	ITB
Produits phytosanitaires	3,92	kg ma/ha	10%	ITB
Semences	1,28	kg gr/ha	10%	ITB
Mécanisation (diesel)	162,00	l/ha	20%	ITB
Séchage (électricité)	0,00	MJ/ha	10%	ITB
CAS	0,00	gCO ₂ eq/ha	Très forte	
Emissions				
Amortissement énergétique	0,00	kg matériel/ha/an	100%	calcul IPCC
Emission N ₂ O au champ	2,84	kgN/ha	50%	CORPEN
Emission NH ₃ champ	8,77	kgN/ha	100%	INRA
Emission NOx Champ	2,60	kgN/ha	100%	CORINAir
Emission Pesticides air	0,39	kg m.a./ha	25%	Estimation BIO
Emission Pesticides sol	1,96	kg m.a./ha	50%	[1]
Emission Pesticides eau	0,04	kg m.a./ha	50%	[1]
Emission Nitrates Champ	17,47	kgN/ha	50%	[1]
Emission Phosphate Champ	0,10	kgP/ha	50%	[1]
Emission Elements traces champ	233,73	kg apports/ha		Estimation BIO
Emission COV champ	0,00	kg/ha		Estimation BIO
Données intermédiaires				
Fraction des nutriments épandus d'origine synthétique				

P ₂ O ₅	81%		10%	ITB
K ₂ O	61%		10%	ITB
P ₂ O ₅ synth exporté	38,8	kg/ha	10%	
K ₂ O synth exporté	97,6	kg/ha	10%	
Comptabilisation des quantités d'azote échangées via les résidus de culture enfouis				
N cédé par la culture précédente	50,0	kg/ha	30%	IPCC adapté FR
N cédé à la culture suivante	132,0	kg/ha	30%	IPCC adapté FR
Taux d'azote des résidus qui est valorisable par les cultures suivantes				
N cédé par la culture précédente	100%		50%	instituts agricoles
N cédé à la culture suivante	100%		50%	instituts agricoles
Valeurs utilisées pour les calculs apports engrais et émission N2O				
Crédit des résidus	-82,0	kg N/ha	10%	
Apports nets d'azote minéral	15,3	kg N/ha	10%	
Apports émetteur N ₂ O d'azote	261,9	kg N/ha	10%	

TRANSPORT				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	20-60	km	30%	JEC 2007
Transport maritime	0	km	30%	JEC 2007
Transport fluvial	0	km	30%	JEC 2007
Rail	0	km	30%	JEC 2007

PHASE INDUSTRIELLE - Sucrerie				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Réception/Stockage/Lavage				
Rendements				
Betteraves lavées	0,90-0,98	kg bl/kg bs	5,0%	CRISTAL UNION
Eau terreuse	0,80-1,0	m ³ /t bs	5,0%	CRISTAL UNION
Intrants				
Antimousses	0,00	kg/t bl	10,0%	
Chaleur cogénérée	0,00	MJf/t bl	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	15-30	MJf/t bl	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité achetée	0 - 10	MJé/t bl	10,0%	CRISTAL UNION
Crédits des eaux terreuses				
N	-0,10 à - 0,20	kgN/t je	10,0%	CRISTAL UNION
P ₂ O ₅	-0,00 à - 0,10	kg P ₂ O ₅ /t je	10,0%	CRISTAL UNION
K ₂ O	-0,00 à - 0,10	kgK ₂ O/t je	10,0%	CRISTAL UNION
Transport	0 - 10	MJ/t bl	10,0%	
Diffusion/Pressage				
Rendements				
Jus vert	1,0 - 1,2	kg jv /kg bl	5,0%	CRISTAL UNION
Pulpes humides	0,16 - 0,2	kg/kg bl	5,0%	CRISTAL UNION
Intrants				

Bétastab 10 A (bactéricide naturel)	0 à 1	kg/t jv	10,0%	CRISTAL UNION
Antimousses	0 à 1	kg/t jv	10,0%	CRISTAL UNION
Hypochlorite de sodium	0 à 1	kg/t jv	10,0%	CRISTAL UNION
Bactéricides ANIOS	0 à 1	kg/t jv	10,0%	CRISTAL UNION
Chaleur cogénérée	100 - 200	MJf/t jv	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	10-30	MJf/t jv	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité achetée	0 à 10	MJé/t jv	10,0%	CRISTAL UNION
Epuration				
Rendements				
Jus épuré	0,90 à 0,95	kg je/kg jv	1%	CRISTAL UNION
Ecumes	0,04 à 0,07	kg /kg jv	1%	CRISTAL UNION
Intrants				
Pierre à chaux	15-30	kg/t je	10%	CRISTAL UNION
Coke	1 à 3	kg/t je	10%	CRISTAL UNION
Soude à 50 %	0 à 1	kg/t je	10%	CRISTAL UNION
Carbonate de sodium	0 à 1	kg/t je	10%	CRISTAL UNION
Chaleur cogénérée	100 - 200	MJf/t je	10%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	10-30	MJf/t je	10%	CRISTAL UNION
Electricité achetée	0 à 10	MJé/t je	10%	CRISTAL UNION
Crédits des écumes				
N	-0,10 à - 0,20	kgN/t je	10%	CRISTAL UNION
P ₂ O ₅	-0,30 à - 0,50	kg P ₂ O ₅ /t je	10%	CRISTAL UNION
K ₂ O	-0,0 à - 0,10	kgK ₂ O/t je	10%	CRISTAL UNION
Transport	0 à 20	MJ/t je	10%	CRISTAL UNION
Evaporation				
Rendements				
Sirop	0,23 - 0,30	kg srp/kg je	1%	CRISTAL UNION
Intrants				
Bisulfite de sodium	1 à 3	kg/t srp	10%	CRISTAL UNION
Antitartres BULAB	0 à 1	kg/t srp	10%	CRISTAL UNION
Chaleur cogénérée	0,00	MJf/t srp	10%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	0,00	MJf/t srp	10%	CRISTAL UNION
Electricité achetée	0,00	MJé/t srp	10%	CRISTAL UNION
Cristallisation				
Rendements				
EP2	0,35 à 0,40	kg ep2/kg srp	1%	CRISTAL UNION
Intrants				
Chaleur cogénérée - Crédit 2 jets/3 jets	0,00	MJf/t ep2	10%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée - Crédit 2 jets/3 jets	0,00	MJf/t ep2	10%	CRISTAL UNION
Electricité achetée - Crédit 2 jets/3 jets	0,00	MJé/t ep2	10%	CRISTAL UNION
PHASE INDUSTRIELLE - Distillerie (campagne)				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Fermentation				

Rendements				
Vin	entre 4 et 5,5	l vin/kg pol	1,0%	CRISTAL UNION
CO ₂ (biomasse)	0,5-0,7	kg CO ₂ /kg pol	1,0%	CRISTAL UNION
Intrants				
Acide sulfurique 98 %	1 à 4	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Ammoniaque 27 %	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Acide phosphorique 75 %	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
antimousse	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
lessive de potasse	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
chaleur cogénérée	0 à 50	MJ/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	5 à 12	MJ/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité achetée	5 à 12	MJ/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Emissions COV	0,284	kg COV/t 93	20%	iREP
Distillation				
Rendements				
Flegmes (93°)	entre 0,1 et 0,2	l f93 /l vin	1,0%	CRISTAL UNION
Vinasses légères		kg vl/l vin	1,0%	CRISTAL UNION
Intrants				
chaleur cogénérée	2000 à 2500	MJ/m3 f93	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	10 à 30	MJ/m3 f93	10,0%	
Electricité achetée	15 à 30	MJe/m3 f93	10,0%	CRISTAL UNION
vapeur biomasse	0,00	MJ/m3 f93	10,0%	CRISTAL UNION
Emissions COV	0,075	kg COV/t 93	20%	iREP
Déshydratation				
Rendements				
Ethanol 99,9°	0,93	l bc/l f93	1,0%	CRISTAL UNION
Intrants				
chaleur cogénérée	1100 à 1700	MJ/m3 bc	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	3 à 25	MJ/m3 bc	10,0%	
Electricité achetée	3 à 25	MJe/m3 bc	10,0%	CRISTAL UNION
vapeur biomasse	0,00	MJ/m3 f93	10,0%	CRISTAL UNION
Emission autres polluants				
Emissions d'autres polluants	Voir tableau 25 du rapport complet : Azote : 1,39 DCO : 43,7 P : 0,594	kg / t bc	30%	iREP
PHASE INDUSTRIELLE - Distillerie (inter-campagne)				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Fermentation				
Rendements				
Vin	entre 4 et 5,5	l vin/kg pol	1,0%	CRISTAL UNION
CO ₂ (biomasse)	0,5-0,7	kg CO ₂ /kg pol	1,0%	CRISTAL UNION
Intrants				
Acide chlorhydrique 32 %	1 à 4	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Ammoniaque 27 %	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Acide phosphorique 75 %	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION

Acide sulfurique 98%	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Sulfate de magnésium 100 %	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Bifluore d'ammonium	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
lessive de Potasse	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Antimousse	0 à 1	kg/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Chaleur cogénérée	0 à 50	MJf/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	5 à 12	MJf/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité achetée	5 à 12	MJe/m3 vin	10,0%	CRISTAL UNION
Distillation				
Rendements				
Flegmes (93°)	entre 0,1 et 0,2	l f93 /l vin	1,0%	CRISTAL UNION
Vinasses légères vers concentration	confidentiel	kg vl/l vin	1,0%	CRISTAL UNION
Intrants				
Chaleur cogénérée	2000 à 2500	MJf/m3 f93	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	10 à 30	MJf/m3 f93	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité achetée	15 à 30	MJé/m3 f93	10,0%	CRISTAL UNION
vapeur biomasse	0,00	MJ/m3 f93	10,0%	CRISTAL UNION
Emissions COV	0,075	kg COV/t 93	20%	iREP
Déshydratation				
Rendements				
Ethanol 99,9°	0,93	l bc/l f93	1,0%	CRISTAL UNION
Intrants				
Chaleur cogénérée	1100 à 1700	MJf/m3 bc	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	3 à 25	MJf/m3 bc	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité achetée	3 à 25	MJé/m3 bc	10,0%	CRISTAL UNION
vapeur biomasse	0,00	MJ/m3 f93	10,0%	CRISTAL UNION
Concentration des vinasses				
Rendements				
Vinasses concentrées	0,18 à 0,23	kg vs/kg vl	1,0%	CRISTAL UNION
Intrants				
Chaleur cogénérée	0,00	MJf/t vs	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité cogénérée	100 à 140	MJf/t vs	10,0%	CRISTAL UNION
Electricité achetée	190 à 230	MJé/t vs	10,0%	CRISTAL UNION
Crédits des vinasses				
	N	-20 à - 30	kgN/t vs	10,0%
	P ₂ O ₅	-5 à - 15	kg P ₂ O ₅ /t vs	10,0%
	K ₂ O	-30 à - 60	kgK ₂ O/t vs	10,0%
Transport	15,00	tkm	10,0%	
Emission autres polluants				
Emissions d'autres polluants	Voir tableau 25 du rapport complet : Azote : 1,39 DCO : 43,7 P : 0,594	kg / t bc	30%	iREP
Distribution				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	100- 500	km	30%	CRISTAL UNION

Rail	100-500	km	30%	CRISTAL UNION
Electricité	0	MJe/t bc		
Distribution site de mélange VERS automobilistes				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	100	tkm	50%	IFP
Electricité	180	MJe/t bc	50%	JEC 2008
UTILISATION VEHICULE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
Ethanol	26,8	MJ/kg		JEC
Ethanol	0,455	km/MJ		IFP

FILIERE ETHANOL DE CANNE A SUCRE

GENERALITES :

TYPE de PROCEDE :

sucrerie et distillerie attenantes; cogénération

Qualification des données utilisées :

bibliographie

Qualification diffusion :

Libre

Représentativité

Brésil

Année

2005-2008

CULTURE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
rendement en canne à sucre	87 000	kg/ha		Macedo 2008
Intrants				
Engrais N synthétique (doses épandues)	60,00	kg N/ha		Macedo 2004
Engrais N organique (doses épandues)		kg N/ha		Macedo 2004
Engrais P ₂ O ₅ (quantité apportée)	36,70	kg P ₂ O ₅ /ha		Macedo 2004
Engrais K ₂ O (quantité apportée)	100,00	kg K ₂ O/ha		Macedo 2004
Engrais CaO	366,67	kg CaO/ha		Macedo 2004
Produits phytosanitaires	2,36	kg ma/ha		Macedo 2008
Graines	2000,00	kg gr/ha		
Mécanisation (diesel)	160,00	l/ha		Macedo 2008
séchage		MJ/ha		
CAS	0,00	kgCO ₂ eq/ha		exemple
Emissions				
Amortissement énergétique		kg matériel/ha/an	100%	
Emission N ₂ O au champ	1,28	kgN/ha	50%	calcul IPCC
Emission NH ₃ champ	3,00	kgN/ha	100%	CORPEN

Emission NOx Champ	1,20	kgN/ha	100%	INRA
Emission Pesticides air	0,24	kg m.a./ha	25%	CORINAir
Emission Pesticides sol	1,18	kg m.a./ha	50%	Estimation BIO
Emission Pesticides eau	0,02	kg m.a./ha	50%	[1]
Emission Nitrates Champ	20,00	kgN/ha	50%	IPCC
Emission Phosphate Champ	0,10	kgP/ha	50%	[1]
Emission Elements traces champ	91,01	kg apports/ha	100%	[1]
Emission COV champ	0,00	kg/ha		Estimation BIO
<i>brûlis : quantité matière sèche brûlée</i>	12180,00	kg ms/ha		MACEDO 2008, facteur IPCC
<i>Surfaces brûlées</i>	0,80	%		
<i>Emission N₂O au champ</i>	4,34	kgN_N ₂ O/ha	30%	facteur IPCC
<i>Emission CH₄</i>	26,31	kgCH ₄ /ha	30%	facteur IPCC
<i>Emission CO₂</i>	14762,16	kgCO ₂ /ha	20%	facteur IPCC
<i>Emission CO</i>	896,45	kgCO/ha	30%	facteur IPCC
<i>Emission de particules brûlis</i>	730,80	kgParticul/ha	20%	Estimation BIO, à partir d'études ADEME : taux de 7,5 mg/MJ
Données intermédiaires				
Fraction des nutriments épandus d'origine synthétique				
P ₂ O ₅	30%			estimation BIO
K ₂ O	20%			estimation BIO
P ₂ O ₅ synth exporté	11,01	kg/ha/an		
K ₂ O synth exporté	20	kg/ha/an		
Comptabilisation des quantités d'azote échangées via les résidus de culture enfouis				
N cédé par la culture précédente	50,0	kg/ha	30%	BIO, estimation
N cédé à la culture suivante	50,0	kg/ha	30%	BIO, estimation
Taux d'azote des résidus qui est valorisable par les cultures suivantes				
N cédé par la culture précédente	100%		50%	instituts agricoles
N cédé à la culture suivante	100%		50%	instituts agricoles
Valeurs utilisées pour les calculs apports engrais et émission N₂O				
Crédit des résidus	0,0	kg N/ha		
Apports nets d'azote minéral	60,0	kg N/ha		
Apports d'azote émetteur N ₂ O	110,0	kg N/ha		

TRANSPORT				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	20	km		Macedo 2004
Transport maritime	0	km		Macedo 2004
Transport fluvial	0	km		Macedo 2004
Rail	0	km		Macedo 2004

PHASE INDUSTRIELLE			
	Données d'entrée	Variabilité	Source

	Valeur	unité		
Mix de combustibles considéré pour la production de vapeur : bagasse (coproduit de la canne à sucre)				
100% biomasse, renouvelable				
saccharification -> déshydratation				
Rendements				
Ethanol	0,07	kg bc/kg c		Macedo 2008, valeur extrapolée de données 2005-2006 pour représenter la situation 2008-2009
Vinasses				
Bagasse	0,28	kg bag/kg c		Macedo 2006
Intrants				
Acide sulfurique	11,3	kg/t bc	10%	Macedo 2004
CaO	13,7	kg/t bc	10%	Macedo 2004
Cyclohexane	0,8	kg/t bc	10%	Macedo 2004
Energie biomasse (vapeur + cogénération)	10000,0	MJ/t bc	30%	BIO 2007
<i>pour information : Electricité cogénérée consommée</i>	659,4	MJe/t bc	30%	Macedo 2004
Electricité du réseau	0,0	MJe/t bc		Macedo 2004
<i>surplus d' électricité exporté</i>	-470,3	MJe/t bc	30%	Macedo 2009
Emissions COV	0,375	kg COV/t bc	20%	iREP
Emission autres polluants				
Emissions d'autres polluants	Voir tableau 25 du rapport complet : Azote : 1,39 DCO : 43,7 P : 0,594	kg / t bc	30%	iREP
DISTRIBUTION				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Route	200	km	30%	JEC 2007
Transport maritime	10080	km	30%	JEC 2007
Transport fluvial	0	km	30%	JEC 2007
Rail	0	km	30%	JEC 2007
Electricité	155,4	MJe/t bc	30%	JEC 2007
UTILISATION VEHICULE				
	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
Ethanol	26,8	MJ/kg		
Ethanol	0,455	km/MJ		

ETAPE ETBE

GENERALITES :

TYPE de PROCEDURE :	Voie raffinerie et voie chimique Données issues des sites en fonctionnement
Qualification des données utilisées :	fonctionnement
Qualification diffusion :	confidentielle
Représentativité	France
Année	2008

VOIE RAFFINERIE (TOTAL)

	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
ETBE obtenu	1 000	kg		
Intrants				
éthanol	470	kg/ t ETBE		TOTAL
isobutène	530	kg/ t ETBE		TOTAL
Gaz naturel	Entre 1 000 et 1 500	MJ/ t ETBE		TOTAL
Combustible de la raffinerie	Entre 1 000 et 1 500	MJ/ t ETBE		TOTAL
électricité	Entre 200 et 500	MJe/ t ETBE		TOTAL
émissions raffinerie pour l' ETBE	1	/ t ETBE		TOTAL

VOIE CHIMIQUE (LYONDELL BASEL)

	Données d'entrée		Variabilité	Source
	Valeur	unité		
Rendements				
ETBE obtenu	Données non communicables			
Intrants				
éthanol	Données non communicables			Lyondell
propène	Données non communicables			Lyondell
butane	Données non communicables			Lyondell
Gaz naturel	Données non communicables	MJ/ t ETBE		Lyondell
Combustible de la raffinerie	Données non communicables	MJ/ t ETBE		Lyondell
électricité	Données non communicables	MJe/ t ETBE		Lyondell
émissions raffinerie pour l' ETBE	Données non communicables	/ t ETBE		Lyondell
Correctif transports	Données non communicables			Lyondell

4. ANNEXE – 3 REFERENCES ENERGETIQUES

Tableau 15 – Données énergétiques des solides

SOLIDES	Charbon	Blé	Betterave	Colza	Tournesol	Pulpe Bett.	sucre
PCI (MJ/kg ms)	29,4	17	16,3	26,4	26,4	15,6	17
Humidité (%m)	-	0,16	0,765	0,1	0,1	0,09	0,01
Source	JEC 2007	JEC 2007	JEC 2007	JEC 2007	JEC 2007	JEC 2007	BIO
SOLIDES	bett. Surpressée	DDGS	Canne a sucre	Paille blé	tourteaux colza, soja, tournesol	tourteaux colza fermier	bagasse
PCI (MJ/kg ms)	15,6	18,225	19,6	17,2	17,14	20,30	7,5339
Humidité (%m)	0,09	0,07	0,73	0,16	0,1	0,1	
Source	JEC 2007	TEREOS	JEC 2007	JEC 2007	JEC 2007	BIO	MACEDO 2004

Tableau 16 – Données énergétiques sur les liquides

LIQUIDES	Essence	Diesel	Ethanol	ETBE	HVP	EMHV	Méthanol	Source
PCI (MJ/kg)	43,2	43,1	26,8	35,88	36	37,2	19,9	JEC 2007
Densité kg/L	0,75	0,83	0,79	0,75	0,89	0,89	0,79	JEC 2007
Consommations moteurs EURO4 (MJ/100 km)	220	170	220	220	170	170	-	IFP, RENAULT
Consommations moteurs EURO5 (MJ/100 km)	173	143	173	173	143	143	-	IFP, RENAULT
LIQUIDES	Hexane	EMHA	EMHAU	pétrole	glycérine	isobutène	Oxyde de Propylène	TBA
PCI (MJ/kg)	18,6	37,2	37,2	42,3	16,55	45,05	30,7	32,7
Densité kg/L	-	0,89	0,89	-	-	-	-	-
Consommations moteurs EURO4 (MJ/100 km)	-	170	170	-	-	-	-	-
Consommations moteurs EURO5 (MJ/100 km)	-	143	143	-	-	-	-	-
Source	PwC 2002	hypothèse BIO	Hypothèse BIO	IPCC	BIO	BIO	Lyondell	Lyondell

Tableau 17 - Données énergétiques sur les produits gazeux

GAZ	Gaz naturel	Methane	propène	Butane
PCI (MJ/kg)	46,3	50	45,8	45,7
PCI (MJ/Nm ³)	37,3	50	-	-
Contenu carbone (%m)	0,694	0,75	-	-
Source	IFP	JEC 2007	BIO	BIO

5. ANNEXE – 4 INVENTAIRES UTILISES

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
						(MJ)	(kg éq. de CO ₂)	(kg éq. de C ₂ H ₄)	(kg éq. 1,4-DB)	(kg éq. de PO ₄)
PRODUITS CHIMIQUES										
acide chlorhydrique	ICV_acide_chlorhydrique_30pourcent_ds_eau	ECOINVENT	Acide chlorhydrique, 30% dans H ₂ O, à l'usine/RER S	Kg	0	1,87E+01	8,91E-01	2,28E-04	5,91E-01	3,70E-04
acide phosphorique	ICV_acide_phosphorique_85pourcent_ds_eau	ECOINVENT	Acide phosphorique, qualité industrielle, 85% dans H ₂ O, à l'usine/RER S	Kg	0	2,18E+01	1,46E+00	1,69E-03	1,87E+00	1,90E-02
acide sulfurique 98%	ICV_acide_sulfurique	ECOINVENT	Acide sulfurique, liquide, à l'usine/RER S	Kg	0	2,33E+00	1,37E-01	6,42E-04	1,64E-01	1,31E-04
antimousse	ICV_produit_chimique_generique	ECOINVENT	Produits chimiques organiques, à l'usine/GLO S	Kg	Inventaire proposé pour les produits génériques de la chimie organique	6,27E+01	1,83E+00	6,94E-04	1,37E+00	9,58E-04
antitartre	ICV_produit_chimique_generique	ECOINVENT	Produits chimiques organiques, à l'usine/GLO S	kg	Inventaire proposé pour les produits génériques de la chimie organique	6,27E+01	1,83E+00	6,94E-04	1,37E+00	9,58E-04
ammoniaque	ICV_ammoniaque	ECOINVENT	Ammoniac liquide, stockage régional/RER S	kg	0	4,14E+01	2,11E+00	3,75E-04	1,15E+00	5,06E-04
ammoniaque 27 %	ICV_ammoniaque	ECOINVENT	Ammoniac liquide, stockage régional/RER S	kg	0	4,14E+01	2,11E+00	3,75E-04	1,15E+00	5,06E-04
bétastab 10 A (bactéricide)	ICV_produit_chimique_generique	ECOINVENT	Produits chimiques organiques, à	kg	Inventaire proposé pour les produits	6,27E+01	1,83E+00	6,94E-04	1,37E+00	9,58E-04

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
naturel)			l'usine/GLO S		génériques de la chimie organique					
bactéricides ANIOS	ICV_produit_chimique_générique	ECOINVENT	Produits chimiques organiques, à l'usine/GLO S	kg	Inventaire proposé pour les produits génériques de la chimie organique	6,27E+01	1,83E+00	6,94E-04	1,37E+00	9,58E-04
bifluore d'ammonium	ICV_produit_chimique_inorganique_générique	ECOINVENT	Produits chimiques inorganiques, à l'usine/GLO S	kg	Inventaire proposé pour les produits génériques de la chimie organique	27	1,90E+00	6,12E-04	8,56E-01	1,87E-03
bisulfite de sodium	ICV_produit_chimique_inorganique_générique	ECOINVENT	Produits chimiques inorganiques, à l'usine/GLO S	kg	Inventaire proposé pour les produits génériques de la chimie organique	27	1,90E+00	6,12E-04	8,56E-01	1,87E-03
carbonate de sodium	ICV_carbonate_de_sodium_de_prod_chlorure_ammonium	ECOINVENT	Carbonate de sodium provenant de la production de chlorure d'ammonium, à l'usine/GLO S	kg	0	2,08E+01	1,18E+00	2,39E-04	8,95E-01	1,75E-03
coke	ICV_coke_de_charbon	ECOINVENT	Houille à coke, à l'usine/RER S	MJ	0	1,90E+00	1,81E-02	9,95E-06	4,26E-03	1,34E-05
cyclohexane	ICV_cyclohexane	ECOINVENT	Cyclohexane à l'usine/RER S	kg	0	7,45E+01	2,30E+00	8,72E-04	5,50E+00	6,03E-04
enzyme	ICV_0	Inventaire nul	0		négligé ou non Disponible	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
hexane	ICV_hexane	ECOINVENT	Hexane, à l'usine/RER S	kg	0	5,80E+01	9,15E-01	2,30E-03	6,26E-01	8,10E-04
hypochlorite de sodium	ICV_hypochlorite_de_sodium_15pourcent_ds_eau	ECOINVENT	Hypochlorite de sodium, 15% dans H ₂ O, à l'usine/RER S	kg	0	1,87E+01	9,20E-01	2,20E-04	5,52E-01	3,65E-04

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
hydroxyde de potassium	ICV_hydroxyde_de_potassium	ECOINVENT	Hydroxyde de potassium, stockage régional/RER S	kg	0	3,81E+01	1,94E+00	3,85E-04	7,52E-01	5,58E-04
lessive de potasse	ICV_hydroxyde_de_potassium	ECOINVENT	Hydroxyde de potassium stockage régional/RER S	kg	0	3,81E+01	1,94E+00	3,85E-04	7,52E-01	5,58E-04
méthanol	ICV_methanol	ECOINVENT	Méthanol, stockage régional/CH S	kg	0	3,85E+01	7,91E-01	2,79E-04	1,49E-01	2,56E-04
méthylate de sodium	ICV_methylate_de_sodium	ECOINVENT	Méthylate de sodium, à l'usine/GLO S	kg	0	1,14E+02	4,88E+00	1,35E-03	1,66E+00	2,20E-03
Pierre à chaux	ICV_calcaire_broye	ECOINVENT	Calcaire, broyé, lavé/CH S	kg	0	3,23E-02	2,13E-03	2,79E-06	1,57E-03	7,85E-06
soude 100%	ICV_hydroxyde_de_sodium_50pourcent_ds_eau	ECOINVENT	Hydroxyde de sodium, 50% dans H ₂ O, mélange de production, à l'usine/RER S	kg	0	2,42E+01	1,12E+00	2,46E-04	5,16E-01	4,05E-04
soude 50%	ICV_hydroxyde_de_sodium_50pourcent_ds_eau	ECOINVENT	Hydroxyde de sodium, 50% dans H ₂ O, mélange de production, à l'usine/RER S	kg	0	2,42E+01	1,12E+00	2,46E-04	5,16E-01	4,05E-04
sulfate de magnésium 100 %	ICV_sulfate_de_magnesium	ECOINVENT	Sulfate de magnésium, à l'usine/RER S	kg	0	6,51E+00	2,96E-01	6,36E-05	6,97E-02	9,68E-05
urée	ICV_uree	ECOINVENT	Urée, comme N, stockage régional/RER S	kg	0	6,71E+01	3,36E+00	5,59E-04	1,75E+00	2,12E-03

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
PRODUITS AGRICOLES										
amortissement matériel agricole	ICV_0	Inventaire nul	0	0	négligé ou non Disponible	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
calcaire broyé	ICV_calcaire_broye	ECOINVENT	Calcaire, broyé, lavé/CH S	kg		3,23E-02	2,13E-03	2,79E-06	1,57E-03	7,85E-06
chaux	ICV_chaux	ECOINVENT	Chaux de gazéification, stockage régional/CH S	kg		1,85E-01	1,16E-02	5,10E-06	2,16E-03	1,38E-05
engrais CaO	ICV_chaux	ECOINVENT	Chaux de gazéification, stockage régional/CH S	kg		1,85E-01	1,16E-02	5,10E-06	2,16E-03	1,38E-05
amendement calcaire betterave	ICV_amendement_calcaire_moyen_betterave	0	ICV_amendement calcaire moyen betterave	tonne/ha		#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
engrais K ₂ O (quantité exportée)	ICV_chlorure_de_potassium	ECOINVENT	Chlorure de potassium, comme K ₂ O, stockage régional/RER S	kg		9,61E+00	5,29E-01	1,41E-04	4,22E-01	2,76E-04
engrais MgO	ICV_oxyde_de_magnesium	ECOINVENT	Oxyde de magnésium, à l'usine/RER S	kg		2,91E+00	1,05E+00	1,88E-04	9,61E-02	7,35E-04
engrais N minéral (moyen)	ICV_nitrate_ammonium	ECOINVENT + modification BIO sur EnF et GES (voir rapport complet)	Nitrate d'ammonium nitrate, comme N, stockage régional/RER S		ICV_nitrate_ammonium considéré comme représentatif	5,43E+01	5,28E+00	6,15E-04	2,47E+00	4,84E-03

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
ammonitrates	calcium ammonium nitrate	ECOINVENT	Nitrate d'ammonium nitrate, comme N, stockage régional/RER S		ICV_nitrate_ammonium considéré comme représentatif					
solutions azotées	ammonium nitrate	ECOINVENT	Nitrate d'ammonium nitrate, comme N, stockage régional/RER S		ICV_nitrate_ammonium considéré comme représentatif					
engrais composés (NPK, NP, NK)	ICV_nitrate_ammonium	ECOINVENT	Nitrate d'ammonium nitrate, comme N, stockage régional/RER S	kg	adaptée sur GES et EnF selon Guide méthodologique pour l'estimation des impacts des activités agricoles sur l'effet de serre	5,43E+01	5,28E+00	6,15E-04	2,47E+00	4,84E-03
engrais N organique (doses épandues)	ICV_0	Inventaire nul	0	0	négligé ou non Disponible	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
engrais P ₂ O ₅	ICV_monoammonium_de_phosphate	ECOINVENT	Phosphate monoammonique, comme P ₂ O ₅ , stockage régional/RER S	kg	adaptée sur GES et EnF selon Guide méthodologique pour l'estimation des impacts des activités agricoles sur l'effet de serre	9,67E+00	5,71E-01	1,88E-03	1,33E+00	5,34E-02
irrigation	ICV_electricite_au_reseau	ECOINVENT	Electricité, moyenne tension, sur le réseau/FR S	MJ	0	3,33E+00	2,62E-02	6,11E-06	1,18E-02	1,04E-05

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
marne	ICV_marne_calcaire	ECOINVENT	Marnes calcaires, à l'usine /CH S	kg	0	3,46E-02	2,32E-03	2,55E-06	1,64E-03	7,09E-06
mécanisation (diesel)	ICV_combustion_tracteur_diesel	ECOINVENT	ICV complet, Combustion d'un kg de diesel, tracteur	kg	reconstruit par BIO à partir du rapport 15. Agriculture	5,08E+01	3,66E+00	1,19E-03	2,36E+00	4,90E-03
produits phytosanitaires	ICV_pesticide_generique	ECOINVENT	Pesticide non spécifié, stockage régional/RER S	kg	0	2,17E+02	7,71E+00	2,23E-03	4,10E+00	3,03E-03
séchage (gaz naturel)	ICV_GazNat_combustion	ECOINVENT	Gaz naturel, brûlé dans chaudière modulante >100kW/RER S	MJ	0	1,20E+00	6,80E-02	4,70E-06	9,39E-03	5,53E-06
séchage (électricité)	ICV_electricite_aureseau	ECOINVENT	Electricité, moyenne tension, sur le réseau/FR S	MJ	0	3,33E+00	2,62E-02	6,11E-06	1,18E-02	1,04E-05
semences de blé	ICV_semence_ble	ECOINVENT	Semences de blé IP, stockage régional/CH S	kg	0	4,13E+00	6,32E-01	6,70E-05	4,23E-01	6,18E-03
semences de tournesol	ICV_semence_mais	ECOINVENT	Semences de maïs IP, stockage régional/CH S	kg	0	1,70E+01	2,03E+00	2,08E-04	6,09E-01	1,73E-02
semences de colza	ICV_semence_colza	ECOINVENT	Graine de colza IP, stockage régional/CH S	kg	0	1,34E+01	1,95E+00	1,80E-04	6,28E-01	1,18E-02
semences de maïs	ICV_semence_mais	ECOINVENT	Semences de maïs IP, stockage régional/CH S	kg	0	1,70E+01	2,03E+00	2,08E-04	6,09E-01	1,73E-02
semences de soja	ICV_semence_colza	ECOINVENT	Graine de colza, stockage régional/CH S	kg	0	1,34E+01	1,95E+00	1,80E-04	6,28E-01	1,18E-02

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
semences de palme	ICV_0	Inventaire nul	0	0	négligé ou non Disponible	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
semences de canne à sucre	ICV_0	Inventaire nul	0	0	négligé ou non Disponible	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
semences de betterave	ICV_semence_betterave	ECOINVENT	Semences de betteraves à sucre, stockage régional/CH S	kg	0	2,23E+01	2,13E+00	2,66E-04	3,05E-01	1,07E-02
TRANSPORT										
transport par camion	ICV_transport_camion_Sup32tonnes_EURO4	ECOINVENT	Transport, poids lourd >32t, EURO4/RER U	tkm	camion plus de 32t, EURO4, chargement moyen autour de 12-14 t	2,00E+00	1,16E-01	3,87E-05	3,35E-02	8,58E-05
transport par tracteur	ICV_transport_par_tracteur_et_remorque	ECOINVENT	Transport, par tracteur et remorque/CH S	tkm	0	4,94E+00	3,05E-01	8,07E-05	4,09E-01	3,18E-04
transport par train	ICV_transport_de_marchandise_par_voie_ferree	ECOINVENT	Transport, fret par rail/RER S	tkm	0	7,62E-01	3,92E-02	1,35E-05	1,50E-02	2,85E-05
transport maritime	ICV_transport_par_bateau_de_marchandise_transoceanique	ECOINVENT	Transport, expédition de fret transocéanique /OCE S	tkm	0	1,62E-01	1,07E-02	7,57E-06	6,89E-03	2,00E-05
transport fluvial	ICV_transport_par_barge	ECOINVENT	Transport par barge/RER S	tkm	0	6,30E-01	4,63E-02	7,37E-06	7,38E-03	7,11E-05
pipeline	ICV_pipeline_fioul	ECOINVENT	TRANSPORT DE PETROLE BRUT PAR PIPELINE, ONSHORE/RER S	TKM	0	3,18E-01	1,55E-02	4,90E-06	5,33E-03	8,36E-06
ENERGIE										
électricité	ICV_electricite_au_	ECOINVENT	Electricité,	MJ	0	3,33E+00	2,62E-02	6,11E-06	1,18E-02	1,04E-05

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
	reseau		moyenne tension, sur le réseau /FR S							
électricité Malaisie	ICV_electricite_Malaisie	ECOINVENT	Electricité, moyenne tension, sur le réseau/Brésil S	MJ	Reconstruit à partir d'inventaires ECOINVENT et du mix énergétique moyen du pays issue de l'IEA (66% du gaz naturel, 8% d'hydroélectricité, et 26% de charbon)	3,58E+00	2,34E-01	4,80E-05	2,96E-02	8,41E-05
électricité Brésil	ICV_electricite_Bresil	ECOINVENT	Electricité, moyenne tension, sur le réseau/Brésil S	MJ	0	4,46E-01	6,21E-02	1,56E-05	1,05E-02	7,31E-06
Gaz naturel, mis à disposition	ICV_Gaz_naturel	ECOINVENT	Gaz naturel, haute pression, chez le client/FR U	MJ	Gaz mis à disposition en France	1,16E+00	1,19E-02	3,54E-06	2,46E-03	3,58E-06
Gaz naturel, combustion chaudière	ICV_GazNat_combustion_France	ECOINVENT	gaz naturel, brûlé dans chaudière modulante >100kW/France S	MJ	Reconstruit par BIO à partir des inventaires ECOINVENT Gaz Naturel mis à disposition en France et gaz naturel, brûlé dans chaudière modulante >100kW/Europe S	1,18E+00	6,82E-02	4,71E-06	9,01E-03	5,67E-06
combustion fioul	ICV_fioul_brule	ECOINVENT	Mazout léger, brûlé dans chaudière 100kW, non modulante/CH U	MJ	0	1,22E+00	8,83E-02	1,04E-05	8,74E-03	1,70E-05
combustion résidus type	ICV_fioul_brule	ECOINVENT	Mazout léger, brûlé dans chaudière	MJ	0	1,22E+00	8,83E-02	1,04E-05	8,74E-03	1,70E-05

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
fioul léger			100kW, non modulante/CH U							
biomasse, combustion chaudière	ICV_combustion_bois	ECOINVENT	Grumes, bois de feuillus, brûlés dans les fours 30kW/CH S	MJ	0	5,55E-02	3,64E-03	1,28E-05	1,27E-02	3,04E-05
combustion résidus type Gaz naturel	ICV_Gaz_naturel	ECOINVENT	Gaz naturel, haute pression, chez le client/FR U	MJ	Gaz mis à disposition en France	1,16E+00	1,19E-02	3,54E-06	2,46E-03	3,58E-06
combustion déchets	ICV_combustion_déchets	ECOINVENT	Copeaux de bois, bois de feuillus de la forêt, brûlés dans les fours, 50kWh	MJ	partie combustion seulement	0,00E+00	9,04E-04	3,88E-06	9,07E-03	1,75E-05
bagasse	ICV_combustion_bois	ECOINVENT	Grumes, bois de feuillus, brûlés dans les fours 30kW/CH S	MJ	0	5,55E-02	3,64E-03	1,28E-05	1,27E-02	3,04E-05
coquille brûlée	ICV_combustion_bois	ECOINVENT	Grumes, bois de feuillus, brûlés dans les fours 30kW/CH S	MJ	0	5,55E-02	3,64E-03	1,28E-05	1,27E-02	3,04E-05
pétrole, entrée raffinerie	ICV_petrol_brut	ECOINVENT	ICV_petrole brut retenu pour l'étude	MJ	synthèse par BIO de différents bruts, données approvisionnement France, moyenne 2005-2007	1,11E+00	7,63E-03	5,60E-06	6,13E-03	1,51E-05
EMISSIONS										

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
E0	ICV_E0	IFP	E0	km	rapport déc 2008, FFV et superéthanol; S. GUICHAOUA, essence 60kPA	0,00E+00	1,64E-01	2,23E-05	2,86E-02	1,43E-06
E10	ICV_E10	IFP	E10	km	dire d'expert, IFP	0,00E+00	1,52E-01	1,90E-05	3,43E+00	1,43E-06
E85	ICV_E85	IFP	E85	km	rapport déc 2008, FFV et superéthanol; S. GUICHAOUA, essence 60kPA	0,00E+00	3,26E-02	3,09E-05	1,43E+00	1,43E-06
B0	ICV_B0	IFP	B0	km	rapport IFP, sur clio III EURO4, GOH, sans FAP	0,00E+00	1,25E-01	3,05E-06	6,87E-01	3,25E-05
B10	ICV_B10	IFP	B10	km	0	0,00E+00	1,13E-01	2,93E-06	5,15E-01	3,35E-05
B30	ICV_B30	IFP	B30	km	0	0,00E+00	8,96E-02	2,93E-06	5,15E-01	3,35E-05
E0_euro5	ICV_E0_euro5	IFP	E0_EURO5	km	0	0,00E+00	1,29E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
E10_euro5	ICV_E10_euro5	IFP	E10_EURO5	km	-0,000931564	0,00E+00	1,19E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
E85_euro5	ICV_E85_euro5	IFP	E85_EURO5	km	-0,000732755	0,00E+00	2,55E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
B0_euro5	ICV_B0_euro5	IFP	BO_EURO5	km	0	0,00E+00	1,05E-01	0,00E+00	2,16E-04	2,34E-05
B10_euro5	ICV_B10_euro5	IFP	B10_EURO5	km	0	0,00E+00	9,52E-02	0,00E+00	2,23E-04	2,41E-05
B30_euro5	ICV_B30_euro5	IFP	B30_EURO5	km	0	0,00E+00	7,52E-02	0,00E+00	2,23E-04	2,41E-05
HVP	ICV_HVP_100_vehicule_leger	BIO	HVP véhicule léger, 100%,	km	0	0,00E+00	0,00E+00	4,74E-06	6,87E-01	3,25E-05
HVP_euro5	ICV_HVP_euro5	BIO	HVP, véhicule léger, euro5, 100%	km	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,16E-04	2,34E-05
Emission CO ₂ biogénique	ICV_CO2_biogenic	BIO	Emission CO ₂ , biogénique	kg CO2	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Emission NO ₂ au champ	ICV_N2O_air	MACEDO	Emission N ₂ O au champ	kg N ₂ O	0	0,00E+00	4,65E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
Emission CH ₄ au champ	ICV_CH4_air	MACEDO	Emissions CH ₄ au champ	kg CH4	0	0,00E+00	2,30E+01	6,00E-03	0,00E+00	0,00E+00
Emission CO brûlis	ICV_CO_air	ECOINVENT	Emissions de CO lors du brûlis	kg CO	0	0,00E+00	0,00E+00	2,70E-02	0,00E+00	0,00E+00
Emission particules brûlis	ICV_particules_brulis_air	ECOINVENT	Emissions de particules lors du brûlis	kg particules	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,20E-01	0,00E+00
Emission NH ₃ champ	ICV_NH3_air	BIO	Emissions NH ₃ dans l'air	kg N_NH3	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,21E-01	4,25E-01
Emission NOx Champ	ICV_Nox_air	BIO	Emissions NOx dans l'air	kg N_Nox	non modélisé	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,26E+00	3,53E-01
Emission Pesticides sols	ICV_Pesticides_sol	BIO	Emissions Pesticides dans les sols	kg m.a	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,42E+03	0,00E+00
Emission Pesticides eau	ICV_Pesticides_eau	BIO	Emissions Pesticides dans l'eau	kg m.a	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,98E+02	0,00E+00
Emission pesticides air	ICV_pesticides_air	BIO	Emissions Pesticides dans l'air	kg m.a	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,64E+01	0,00E+00
Emission Nitrates Champ	ICV_Nitrates_eau	BIO	Emissions Nitrates dans l'eau	kg N	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,43E-01
Emission Phosphate Champ	ICV_Phospates_eau	BIO	Emissions Phosphate dans l'eau	kg P	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,27E+00
Emission Elements traces champ	ICV_elements_traces_sol	Autre	Emissions Elements traces dans le sol	kg N	Harmonisation of environmental Life Cycle Assessment for agriculture, valeur Ammonitrate30%	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,34E+00	0,00E+00
Emission COV champ	ICV_0	Inventaire nul	0	0	négligé ou non Disponible	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
Emission Raffinerie Diesel	ICV_emission_raffinerie_kg_diesel	IREP	Emission raffinerie, pour produire 1 kg diesel	kg	calcul d'allocation BIO	0,00E+00	3,75E-01	1,39E-04	4,73E-02	6,67E-05
Emission Raffinerie Essence	ICV_emission_raffinerie_kg_essence	IREP	Emission raffinerie, pour produire 1 kg essence	kg	calcul d'allocation BIO	0,00E+00	2,83E-01	1,05E-04	3,58E-02	5,04E-05
Emission LyondellBasell étape ETBE	ICV_emission_LyondellBasell_ETBE_kg	IREP	Emission LyondellBasell, pour produire 1 kg ETBE	kg	calcul d'allocation BIO	0,00E+00	0,00E+00	1,50E-05	5,27E-08	0,00E+00
Emission Raffinerie étape ETBE	ICV_emission_raffinerie_ETBE_kg	IREP	Emission raffinerie, pour produire 1 kg ETBE	kg	calcul d'allocation BIO	0,00E+00	2,02E-01	7,49E-05	2,55E-02	3,60E-05
Emissions Ethanolerie	ICV_bioraffinerie_Ethanol_parkg	IREP	Emission bioraffinerie, ETHANOL, autre combustion, produire 1 kg éthanol	kg	calcul d'allocation BIO	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,39E-03
Emission Esterification EMHV	ICV_bioraffinerie_EsterMet_parkg	IREP	Emission bioraffinerie ESTER, autre combustion, produire 1 kg Ester Méthylique	kg	calcul d'allocation BIO	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,73E-04
Emission Esterification EM, sans hexane	ICV_bioraffinerie_EsterMet_sans_hexane_parkg	IREP	Emission bioraffinerie ESTER sans Hexane, autre combustion, produire 1 kg Ester Méthylique	kg	calcul d'allocation BIO	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,39E-05
Emission d'hexane dans	ICV_emission_hexane	CML	inventaire pour un kg d'hexane émis	kg		0,00E+00	0,00E+00	4,82E-01	0,00E+00	0,00E+00

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
l'air			dans l'air							
Emission Estérification de méthanol dans l'air et dans l'eau	ICV_emission_esterification_methanol	IREP	Emissions moyennes par kg EMHV de l'étape d'estérification pour le méthanol	kg	Calcul d'allocation BIO	0,00E+00	0,00E+00	1,12E-03	0,00E+00	0,00E+00
Emission COV générique dans l'air	Emission_COV_générique	CML	Emissions moyennes par kg EMHV de l'étape d'estérification pour le méthanol	kg	Calcul d'allocation BIO	0,00E+00	0,00E+00	0,322	0,00E+00	0,00E+00
CAS directs et indirect	ICV_CO2_biogenic_CAS	BIO	Emission CO ₂ , biogénique, CAS	kg CO ₂	0	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ETBE										
isobutène raffinerie	ICV_isobutene_voie TOTAL	iREP	ICV_isobutène_voieTOTAL	kg	calcul de BIO à partir des émissions déclarées au registre	5,50E+01	8,51E-01	4,44E-04	3,53E-01	8,04E-04
propène	ICV_isobutene_voie TOTAL	iREP	ICV_isobutène_voieTOTAL	kg	calcul de BIO à partir des émissions déclarées au registre	5,50E+01	8,51E-01	4,44E-04	3,53E-01	8,04E-04
butane	ICV_butane_champ_gazier	ECOINVENT	Butane issu de champs gazier, at consumer, FR	MJ	inventaire du gaz naturel, avec rajout par BIO des données JEC pour l'étape de fractionnement	1,22E+00	1,57E-02	3,54E-06	2,46E-03	3,58E-06
éthanol	Calcul de l'outil									
AUTRES										
graisses animales : préparation des	ICV_graisse_animale_separée	ECOINVENT	Suif, à l'usine/CHU, sans amortissements	kg	0	1,27E+01	6,52E-01	5,86E-05	1,06E-01	9,21E-05

Intrant	Nom de l'Inventaire	Source principale		pour 1	Commentaires	Energie primaire non-renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photo-chimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
graisses à partir de sous-produit animaux										

6. ANNEXE – 5 DETAILS SUR LES FACTEURS DE CARACTERISATION CML

Eutrophisation (Eutrophication Potential, EP)			
molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	kg PO ₄ ³⁻ Eq
Ammoniac	air	Non spécifié	0,35
Oxydes d'azote	air	Non spécifié	0,13
Phosphore	air	Non spécifié	3,06
Acide Phosphorique	air	Forte population	0,97
Ammoniac	air	Forte population	0,35
Nitrate	air	Forte population	0,1
Oxydes d'azote	air	Forte population	0,13
Phosphore	air	Forte population	3,06
Ammoniac	air	Faible population	0,35
Oxydes d'azote	air	Faible population	0,13
Phosphore	air	Faible population	3,06
Oxydes d'azote	air	stratosphère + troposphère	0,13
Phosphore	sol	agricole	3,06
Azote	sol	industriel	0,42
Phosphore	sol	industriel	3,06
DCO, Demande Chimique en Oxygène	eau	Non spécifié	0,022
ion Ammonium	eau	Non spécifié	0,33
Phosphore	eau	Non spécifié	3,06
Nitrate	eau	Nappe	0,1
Phosphate	eau	Nappe	1
Phosphore	eau	Nappe	3,06
DCO, Demande Chimique en Oxygène	eau	Nappe, à long terme	0,022
Nitrate	eau	Nappe, à long terme	0,1
Nitrite	eau	Nappe, à long terme	0,1
Phosphate	eau	Nappe, à long terme	1
Azote	eau	océan	0,42
DCO, Demande Chimique en Oxygène	eau	océan	0,022
ion Ammonium	eau	océan	0,33
Nitrate	eau	océan	0,1
Nitrite	eau	océan	0,1
Phosphate	eau	océan	1
Phosphore	eau	océan	3,06
Azote	eau	rivière	0,42
DCO, Demande Chimique en Oxygène	eau	rivière	0,022
ion Ammonium	eau	rivière	0,33
Nitrate	eau	rivière	0,1
Nitrite	eau	rivière	0,1
Phosphate	eau	rivière	1
Phosphore	eau	rivière	3,06

Oxydation photochimique (Photochemical Oxydation Potential, POCP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	Kg C ₂ H ₄ eq
Acétaldéhyde	air	Non spécifié	0,641
Acétylène	air	Non spécifié	0,085
Acide acétique	air	Non spécifié	0,097
Acide propionique	air	Non spécifié	0,15
Acroléine	air	Non spécifié	0
Benzène	air	Non spécifié	0,218
Butadiène	air	Non spécifié	0,851
Butane	air	Non spécifié	0,352
Chloroforme	air	Non spécifié	0,023
Cumène	air	Non spécifié	0,5
Dioxyde de soufre	air	Non spécifié	0,048
Ethane	air	Non spécifié	0,123
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	air	Non spécifié	0,009
Formaldéhyde	air	Non spécifié	0,519
Hexane	air	Non spécifié	0,482
Isoprène	air	Non spécifié	1,092
Méthane, biogénique	air	Non spécifié	0,006
Méthane, fossile	air	Non spécifié	0,006
Méthanol	air	Non spécifié	0,14
Monoxyde de carbone, biogénique	air	Non spécifié	0,027
Monoxyde de carbone, fossile	air	Non spécifié	0,027
Pentane	air	Non spécifié	0,395
Propanal	air	Non spécifié	0,798
Propane	air	Non spécifié	0,176
Propène	air	Non spécifié	1,123
Styrène	air	Non spécifié	0,142
Tétrachloroéthylène	air	Non spécifié	0,029
Toluène	air	Non spécifié	0,637
2-Methyl pentane	air	Forte population	0,479
2-Methyl-1-propanol	air	Forte population	0,36
2-Methyl-2-butène	air	Forte population	0,842
2-Propanol	air	Forte population	0,188
3-Methyl-1-butanol	air	Forte population	0,433
4-Methyl-2-pentanone	air	Forte population	0,49
acétaldéhyde	air	Forte population	0,641
Acétate d'éthyle	air	Forte population	0,209
Acétone	air	Forte population	0,094
Acétylène	air	Forte population	0,085
acide acétique	air	Forte population	0,097
Acide formique	air	Forte population	0,032

Oxydation photochimique (Photochemical Oxydation Potential, POCP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	Kg C ₂ H ₄ eq
Acide propionique	air	Forte population	0,15
Benzaldéhyde	air	Forte population	-0,092
Benzène	air	Forte population	0,218
Butane	air	Forte population	0,352
Butanol	air	Forte population	0,62
Chloroforme	air	Forte population	0,023
COVNM, composés organiques volatils n'incluant pas le méthane, origine non spécifiée	air	Forte population	0,322
Cumène	air	Forte population	0,5
Cyclohexane	air	Forte population	0,29
Dichloro méthane, -, HCC-30	air	Forte population	0,068
Diethyl ether	air	Forte population	0,445
Dioxyde de soufre	air	Forte population	0,048
Ethane	air	Forte population	0,123
Ethanol	air	Forte population	0,399
Ethylbenzène	air	Forte population	0,73
Ethylène	air	Forte population	1
Ethylene glycol monoethyl ether	air	Forte population	0,386
Formaldéhyde	air	Forte population	0,519
Formiate de Méthyle	air	Forte population	0,027
Heptane	air	Forte population	0,494
Hexane	air	Forte population	0,482
Méthane biogénique	air	Forte population	0,006
Méthane fossile	air	Forte population	0,006
Méthanol	air	Forte population.	0,14
Methyl ethyl cétone	air	Forte population	0,373
Monochloro méthane (R-40)	air	Forte population.	0,005
Monoxyde carbone biogénique	air	Forte population	0,027
Monoxyde carbone fossile	air	Forte population	0,027
m-Xylène	air	Forte population	1,108
Pentane	air	Forte population	0,395
Propanal	air	Forte population	0,798
Propane	air	Forte population	0,176
Propanol	air	Forte population	0,561
Propène	air	Forte population	1,123
Styrène	air	Forte population	0,142
t-Butyl éther de méthyle	air	Forte population	0,175
Tétrachloroéthylène	air	Forte population	0,029
Toluène	air	Forte population	0,637
Acétaldéhyde	air	Faible population	0,641
Acétone	air	Faible population	0,094

Oxydation photochimique (Photochemical Oxydation Potential, POCP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	Kg C ₂ H ₄ eq
Acétylène	air	Faible population	0,085
Acide acétique	air	Faible population	0,097
Acide formique	air	Faible population	0,032
Benzène	air	Faible population	0,218
Butadiène	air	Faible population	0,851
Butane	air	Faible population	0,352
Chloroforme	air	Faible population	0,023
Cumène	air	Faible population	0,5
Dichloro méthane, -, HCC-30	air	Faible population	0,068
Dioxyde de soufre	air	Faible population	0,048
Ethane	air	Faible population	0,123
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	air	Faible population	0,009
Ethanol	air	Faible population	0,399
Ethylbenzène	air	Faible population	0,73
Ethylène	air	Faible population	1
Formaldéhyde	air	Faible population	0,519
Hexane	air	Faible population	0,482
Isoprène	air	Faible population	1,092
Méthane biogénique	air	Faible population	0,006
Méthane fossile	air	Faible population	0,006
Méthanol	air	Faible population	0,14
Monochloro méthane (R-40)	air	Faible population	0,005
Monoxyde carbone biogénique	air	Faible population	0,027
Monoxyde carbone fossile	air	Faible population	0,027
Pentane	air	Faible population	0,395
Propane	air	Faible population	0,176
Propène	air	Faible population	1,123
Styrène	air	Faible population	0,142
Tétrachloroéthylène	air	Faible population	0,029
Toluène	air	Faible population	0,637
benzène	air	stratosphere + troposphere	0,218
Butadiène	air	stratosphere + troposphere	0,851
Dioxyde de soufre	air	stratosphere + troposphere	0,048
Formaldéhyde	air	stratosphere + troposphere	0,519
Méthane fossile	air	stratosphere + troposphere	0,006
Monoxyde carbone fossile	air	stratosphere + troposphere	0,027

Toxicité humaine (Human Toxicity Potential, HTP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	kg 1,4-DB eq
1,2-dichloro Ethane	air	Non spécifié	6,81E+00
Acénaphthène	air	Non spécifié	5,72E+05
Acroléine	air	Non spécifié	5,69E+01
Ammoniac	air	Non spécifié	1,00E-01
Antimoine	air	Non spécifié	6,71E+03
Arsenic	air	Non spécifié	3,48E+05
Barium	air	Non spécifié	7,56E+02
Benzène	air	Non spécifié	1,90E+03
Benzène, Hexachloro-	air	Non spécifié	3,16E+06
Beryllium	air	Non spécifié	2,27E+05
Bromo méthane (Halon 1001)	air	Non spécifié	3,51E+02
Butadiène	air	Non spécifié	2,22E+03
Cadmium	air	Non spécifié	1,45E+05
Carbofurane	air	Non spécifié	1,98E+02
Chloro éthylène	air	Non spécifié	8,43E+01
Chloroforme	air	Non spécifié	1,27E+01
Chlorure d'hydrogène	air	Non spécifié	5,00E-01
Chrome VI	air	Non spécifié	3,43E+06
Cobalt	air	Non spécifié	1,75E+04
Cuivre	air	Non spécifié	4,30E+03
Dioxines, mesurées comme 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxine	air	Non spécifié	1,93E+09
Dioxyde de soufre	air	Non spécifié	9,60E-02
Etain	air	Non spécifié	1,73E+00
Fluorure d'hydrogène	air	Non spécifié	2,85E+03
Formaldéhyde	air	Non spécifié	8,31E-01
HAP, hydrocarbures aromatiques polycycliques	air	Non spécifié	5,72E+05
HCFC-140 (1,1,1-trichloro Ethane)	air	Non spécifié	1,64E+01
Mercure	air	Non spécifié	6,01E+03
Molybdène	air	Non spécifié	5,43E+03
Nickel	air	Non spécifié	3,50E+04
Oxyde d'éthylène	air	Non spécifié	1,41E+04
Oxydes d'azote	air	Non spécifié	1,20E+00
Particules, < 2,5 um	air	Non spécifié	8,20E-01
Particules, > 2,5 um, et < 10um	air	Non spécifié	8,20E-01
Phénol	air	Non spécifié	5,18E-01
Plomb	air	Non spécifié	4,67E+02
Sélénium	air	Non spécifié	4,77E+04
Styrene	air	Non spécifié	4,74E-02
Sulfure d'hydrogène	air	Non spécifié	2,20E-01
Sulfure de carbone	air	Non spécifié	2,41E+00

Toxicité humaine (Human Toxicity Potential, HTP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	kg 1,4-DB eq
Tetrachloro éthylène	air	Non spécifié	5,53E+00
Thallium	air	Non spécifié	4,32E+05
Toluène	air	Non spécifié	3,27E-01
Vanadium	air	Non spécifié	6,24E+03
Zinc	air	Non spécifié	1,04E+02
Benzène	air	stratosphère	1,90E+03
Butadiène	air	stratosphère	2,22E+03
Cadmium	air	stratosphère	1,45E+05
Chlorure d'hydrogène	air	stratosphère	5,00E-01
Cuivre	air	stratosphère	4,30E+03
Dioxyde soufre	air	stratosphère	9,60E-02
Formaldéhyde	air	stratosphère	8,31E-01
Mercure	air	stratosphère	6,01E+03
Nickel	air	stratosphère	3,50E+04
Oxyde d'éthylène	air	stratosphère	1,41E+04
Oxydes d'azote	air	stratosphère	1,20E+00
Particules, < 2,5 um	air	stratosphère	8,20E-01
Plomb	air	stratosphère	4,67E+02
Sélénium	air	stratosphère	4,77E+04
Zinc	air	stratosphère	1,04E+02
1,2-dichloro Ethane	air	Faible population	6,81E+00
Acénaphthène	air	Faible population	5,72E+05
Acroléine	air	Faible population	5,69E+01
Ammoniac	air	Faible population	1,00E-01
Antimoine	air	Faible population	6,71E+03
Arsenic	air	Faible population	3,48E+05
Barium	air	Faible population	7,56E+02
Benzène	air	Faible population	1,90E+03
Beryllium	air	Faible population	2,27E+05
Butadiène	air	Faible population	2,22E+03
Cadmium	air	Faible population	1,45E+05
Chloroforme	air	Faible population	1,27E+01
Chlorure d'hydrogène	air	Faible population	5,00E-01
Chrome VI	air	Faible population	3,43E+06
Cobalt	air	Faible population	1,75E+04
Cuivre	air	Faible population	4,30E+03
Dichlorométhane (HCC-30)	air	Faible population	1,98E+00
Dioxines, mesurées comme 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxine	air	Faible population	1,93E+09
Dioxyde soufre	air	Faible population	9,60E-02
Etain	air	Faible population	1,73E+00
Ethylbenzène	air	Faible population	9,73E-01
Ethylène	air	Faible population	6,37E-01

Toxicité humaine (Human Toxicity Potential, HTP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	kg 1,4-DB eq
Fluorure d'hydrogène	air	Faible population	2,85E+03
Formaldéhyde	air	Faible population	8,31E-01
HAP, hydrocarbures aromatiques polycycliques	air	Faible population	5,72E+05
HCFC-140 (1,1,1-trichloro Ethane)	air	Faible population	1,64E+01
Mercure	air	Faible population	6,01E+03
Molybdène	air	Faible population	5,43E+03
Nickel	air	Faible population	3,50E+04
Oxyde d'éthylène	air	Faible population	1,41E+04
Oxydes d'azote	air	Faible population	1,20E+00
Particules, < 2,5 um	air	Faible population	8,20E-01
Particules, > 2,5 um, et < 10um	air	Faible population	8,20E-01
Pentachlorophénol	air	Faible population	5,08E+00
Phénol	air	Faible population	5,18E-01
Plomb	air	Faible population	4,67E+02
Sélénium	air	Faible population	4,77E+04
Styrène	air	Faible population	4,74E-02
Sulfure d'hydrogène	air	Faible population	2,20E-01
Sulfure de carbone	air	Faible population	2,41E+00
Tetrachloro éthylène	air	Faible population	5,53E+00
Thallium	air	Faible population	4,32E+05
Toluène	air	Faible population	3,27E-01
Vanadium	air	Faible population	6,24E+03
Zinc	air	Faible population	1,04E+02
1,2-dichloro Ethane	air	Forte population	6,81E+00
Acénaphthène	air	Forte population	5,72E+05
Acroléine	air	Forte population	5,69E+01
Ammoniac	air	Forte population	1,00E-01
Antimoine	air	Forte population	6,71E+03
Arsenic	air	Forte population	3,48E+05
Barium	air	Forte population	7,56E+02
Benzène	air	Forte population	1,90E+03
Benzène, Hexachloro-	air	Forte population	3,16E+06
Beryllium	air	Forte population	2,27E+05
Cadmium	air	Forte population	1,45E+05
Chloro éthylène	air	Forte population	8,43E+01
Chloroforme	air	Forte population	1,27E+01
Chlorure d'hydrogène	air	Forte population	5,00E-01
Chrome VI	air	Forte population	3,43E+06
Cobalt	air	Forte population	1,75E+04
Cuivre	air	Forte population	4,30E+03
Dichromate de Sodium	air	Forte population	1,36E+06
Dioxines, mesurées comme 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxine	air	Forte population	1,93E+09

Toxicité humaine (Human Toxicity Potential, HTP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	kg 1,4-DB eq
Dioxyde soufre	air	Forte population	9,60E-02
Etain	air	Forte population	1,73E+00
Fluorure d'hydrogène	air	Forte population	2,85E+03
Formaldéhyde	air	Forte population	8,31E-01
HAP, hydrocarbures aromatiques polycycliques	air	Forte population	5,72E+05
Mercure	air	Forte population	6,01E+03
Molybdène	air	Forte population	5,43E+03
Nickel	air	Forte population	3,50E+04
Oxyde d'éthylène	air	Forte population	1,41E+04
Oxydes d'azote	air	Forte population	1,20E+00
Particules, < 2,5 um	air	Forte population	8,20E-01
Particules, > 2,5 um, et < 10um	air	Forte population	8,20E-01
Pentachlorobenzène	air	Forte population	5,08E+00
Phénol	air	Forte population	5,18E-01
Plomb	air	Forte population	4,67E+02
Sélénium	air	Forte population	4,77E+04
Styrène	air	Forte population	4,74E-02
Sulfure de carbone	air	Forte population	2,41E+00
Sulfure d'hydrogène	air	Forte population	2,20E-01
Tetrachloro éthylène	air	Forte population	5,53E+00
Tetrachlorométhane (cfc-10)	air	Forte population	2,20E+02
Thallium	air	Forte population	4,32E+05
Toluène	air	Forte population	3,27E-01
Vanadium	air	Forte population	6,24E+03
Zinc	air	Forte population	1,04E+02
Cuivre	sol	non spécifié	1,25E+00
ion cadmium (II)	sol	non spécifié	6,67E+01
ion chrome	sol	non spécifié	3,00E+02
ion chrome (VI)	sol	non spécifié	5,00E+02
Nickel	sol	non spécifié	1,98E+02
Plomb	sol	non spécifié	2,93E+02
Zinc	sol	non spécifié	4,22E-01
Barium	sol	industriel	3,18E+02
Cadmium	sol	industriel	6,67E+01
Chrome	sol	industriel	3,00E+02
Cobalt	sol	industriel	5,91E+01
Cuivre	sol	industriel	1,25E+00
Glyphosate	sol	industriel	6,49E-04
ion arsenic (V)	sol	industriel	1,02E+03
Mercure	sol	industriel	1,08E+03
Nickel	sol	industriel	1,98E+02
Plomb	sol	industriel	2,93E+02

Toxicité humaine (Human Toxicity Potential, HTP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	kg 1,4-DB eq
Zinc	sol	industriel	4,22E-01
2,4-D	sol	agricole	4,70E+01
Acéphate	sol	agricole	2,16E+01
Aldicarb	sol	agricole	5,07E+02
Aldrine	sol	agricole	4,67E+03
Atrazine	sol	agricole	2,13E+01
Azinphos-methyl	sol	agricole	3,90E+01
Benomyl	sol	agricole	4,28E-01
Bentazone	sol	agricole	1,51E+01
Bifenthrine	sol	agricole	2,86E+01
Cadmium	sol	agricole	1,96E+04
Carbaryl	sol	agricole	2,10E+01
Carbendazim	sol	agricole	1,41E+02
Carbofurane	sol	agricole	1,42E+03
Chloridazone	sol	agricole	2,18E+00
Chlorothalonil	sol	agricole	9,40E-01
Chlorpyrifos	sol	agricole	1,45E+01
Chrome	sol	agricole	5,13E+03
Cobalt	sol	agricole	2,39E+03
Cuivre	sol	agricole	9,39E+01
Cyanazine	sol	agricole	2,45E+01
Cyperméthrine	sol	agricole	5,20E+03
Deltaméthrine	sol	agricole	1,60E-01
Diméthoate	sol	agricole	3,18E+02
Disulfoton	sol	agricole	1,68E+02
Diuron	sol	agricole	1,27E+03
Endosulfan	sol	agricole	2,63E-01
Etain	sol	agricole	1,31E+01
Ethoprop	sol	agricole	5,68E+03
Fentin hydroxyde	sol	agricole	8,79E+01
Glyphosate	sol	agricole	1,49E-02
ion arsenic (V)	sol	agricole	3,18E+04
Iprodion	sol	agricole	1,84E+00
Isoproturon	sol	agricole	9,61E+02
Linuron	sol	agricole	1,69E+02
MCPA	sol	agricole	1,04E+02
Mecoprop	sol	agricole	7,44E+02
Mecoprop-P	sol	agricole	7,44E+02
Mercure	sol	agricole	5,92E+03
Metamitron	sol	agricole	6,46E+00
Metazachlor	sol	agricole	4,91E+01
Metolachlor	sol	agricole	1,14E+01

Toxicité humaine (Human Toxicity Potential, HTP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	kg 1,4-DB eq
Molybdène	sol	agricole	6,17E+03
Nickel	sol	agricole	2,68E+03
Oxamyl	sol	agricole	1,01E+01
Oxydemeton-méthyle	sol	agricole	6,11E+02
Parathion	sol	agricole	2,92E+00
Perméthrine	sol	agricole	1,13E+01
Pirimicarb	sol	agricole	2,61E+01
Plomb	sol	agricole	3,28E+03
Sélénium	sol	agricole	2,89E+04
Simazine	sol	agricole	2,06E+02
Thiram	sol	agricole	7,91E+00
Tri-allate	sol	agricole	5,75E+00
Trichlorfon	sol	agricole	3,26E+01
Trifluralin	sol	agricole	1,25E+02
Vanadium	sol	agricole	1,85E+04
zinc	sol	agricole	6,37E+01
Antimoine	eau	non spécifié	5,14E+03
Barium	eau	non spécifié	6,30E+02
Benzène	eau	non spécifié	1,83E+03
Beryllium	eau	non spécifié	1,40E+04
Cadmium	eau	non spécifié	2,29E+01
Chrome VI	eau	non spécifié	3,42E+00
Cobalt	eau	non spécifié	9,67E+01
Ethyl benzène	eau	non spécifié	8,27E-01
Formaldéhyde	eau	non spécifié	3,71E-02
ion arsenic (V)	eau	non spécifié	9,51E+02
ion Chrome	eau	non spécifié	2,05E+00
ion Cuivre	eau	non spécifié	1,34E+00
ion Etain	eau	non spécifié	1,73E-02
ion Nickel	eau	non spécifié	3,31E+02
ion Vanadium	eau	non spécifié	3,16E+03
ion Zinc	eau	non spécifié	5,84E-01
Mercure	eau	non spécifié	1,43E+03
Molybdène	eau	non spécifié	5,51E+03
m-Xylène	eau	non spécifié	3,37E-01
o-Xylène	eau	non spécifié	4,25E-01
Phénol	eau	non spécifié	4,92E-02
Plomb	eau	non spécifié	1,23E+01
Sélénium	eau	non spécifié	5,60E+04
Thallium	eau	non spécifié	2,25E+05
Toluène	eau	non spécifié	3,03E-01
Xylène	eau	non spécifié	4,30E-01

Toxicité humaine (Human Toxicity Potential, HTP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	kg 1,4-DB eq
Acénaphthène	eau	rivière	2,80E+05
1,1,1-trichloroéthane (HCFC-140)	eau	rivière	1,62E+01
1,2-dichloroéthane	eau	rivière	2,79E+01
Acénaphthylène	eau	rivière	2,80E+05
Antimoine	eau	rivière	5,14E+03
Barium	eau	rivière	6,30E+02
Benzène	eau	rivière	1,83E+03
Beryllium	eau	rivière	1,40E+04
Chloro benzène	eau	rivière	9,10E+00
Chloro éthylène	eau	rivière	1,45E+02
Chloroforme	eau	rivière	1,25E+01
Chrome VI	eau	rivière	3,42E+00
Cobalt	eau	rivière	9,67E+01
dichloro méthane (HCC-30)	eau	rivière	1,84E+00
Dichromate	eau	rivière	1,65E+00
Ethyl benzène	eau	rivière	8,27E-01
Ethylène	eau	rivière	6,54E-01
Formaldéhyde	eau	rivière	3,71E-02
HAP, hydrocarbures aromatiques polycycliques	eau	rivière	2,80E+05
ion arsenic (V)	eau	rivière	9,51E+02
ion cadmium (II)	eau	rivière	2,29E+01
ion chrome	eau	rivière	2,05E+00
ion Cuivre	eau	rivière	1,34E+00
ion Etain	eau	rivière	1,73E-02
ion Nickel	eau	rivière	3,31E+02
ion Vanadium	eau	rivière	3,16E+03
ion zinc	eau	rivière	5,84E-01
Mercure	eau	rivière	1,43E+03
Molybdène	eau	rivière	5,51E+03
o-DichloroBenzène	eau	rivière	8,85E+00
Oxyde d'éthylène	eau	rivière	1,14E+04
Oxyde de propylène	eau	rivière	2,64E+03
Phénol	eau	rivière	4,92E-02
Plomb	eau	rivière	1,23E+01
Sélénium	eau	rivière	5,60E+04
Thallium	eau	rivière	2,25E+05
Toluène	eau	rivière	3,03E-01
Xylène	eau	rivière	4,30E-01
Acenaphthène	eau	océan	2,88E+04
Acénaphthylène	eau	océan	2,88E+04
arsenic (V) ion	eau	océan	2,40E+03
Barium	eau	océan	8,05E+02

Toxicité humaine (Human Toxicity Potential, HTP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	kg 1,4-DB eq
Barytine	eau	océan	4,73E+02
Benzène	eau	océan	2,10E+02
Cobalt	eau	océan	6,05E+01
Composés du tributylétain	eau	océan	5,46E+01
Ethyl benzène	eau	océan	7,02E-02
HAP, hydrocarbures aromatiques polycycliques	eau	océan	2,88E+04
ion cadmium (II)	eau	océan	1,04E+02
ion Chrome	eau	océan	1,00E+01
ion Cuivre	eau	océan	5,91E+00
Ion Nickel	eau	océan	7,47E+02
ion Vanadium	eau	océan	6,23E+03
ion Zinc	eau	océan	3,20E+00
Mercure	eau	océan	8,20E+03
Molybdène	eau	océan	6,79E+03
Phénol	eau	océan	7,96E-05
Plomb	eau	océan	7,88E+01
Sélénium	eau	océan	6,29E+04
Toluène	eau	océan	3,85E-02
Xylène	eau	océan	2,23E-02
Cadmium	eau	lac	2,29E+01
ion arsenic (V)	eau	lac	9,51E+02
ion Cuivre	eau	lac	1,34E+00
ion nickel	eau	lac	3,31E+02
ion Zinc	eau	lac	5,84E-01
Mercure	eau	lac	1,43E+03
Plomb	eau	lac	1,23E+01
Antimoine	eau	nappe, long terme	5,14E+03
Barium	eau	nappe, long terme	6,30E+02
Beryllium	eau	nappe, long terme	1,40E+04
Chrome VI	eau	nappe, long terme	3,42E+00
Cobalt	eau	nappe, long terme	9,67E+01
ion cadmium (II)	eau	nappe, long terme	2,29E+01
ion Cuivre	eau	nappe, long terme	1,34E+00
ion Etain	eau	nappe, long terme	1,73E-02
ion Nickel	eau	nappe, long terme	3,31E+02
ion Vanadium	eau	nappe, long terme	3,16E+03
ion Zinc	eau	nappe, long terme	5,84E-01
Mercure	eau	nappe, long terme	1,43E+03
Molybdène	eau	nappe, long terme	5,51E+03
Plomb	eau	nappe, long terme	1,23E+01
Sélénium	eau	nappe, long terme	5,60E+04
Thallium	eau	nappe, long terme	2,25E+05

Toxicité humaine (Human Toxicity Potential, HTP)			
Molécules	Milieu d'émission	Sous compartiment	kg 1,4-DB eq
Antimoine	eau	nappe	5,14E+03
Barium	eau	nappe	6,30E+02
Beryllium	eau	nappe	1,40E+04
Cadmium	eau	nappe	2,29E+01
Chrome VI	eau	nappe	3,42E+00
Cobalt	eau	nappe	9,67E+01
ion chrome	eau	nappe	2,05E+00
ion Cuivre	eau	nappe	1,34E+00
ion Etain	eau	nappe	1,73E-02
ion nickel	eau	nappe	3,31E+02
ion Vanadium	eau	nappe	3,16E+03
ion Zinc	eau	nappe	5,84E-01
Mercure	eau	nappe	1,43E+03
Molybdène	eau	nappe	5,51E+03
Plomb	eau	nappe	1,23E+01
Sélénium	eau	nappe	5,60E+04
Thallium	eau	nappe	2,25E+05
carbufurane	eau	eau douce	5,64E+01

7. ANNEXE – 6 GLOSSAIRE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

DEFINITION DE QUELQUES INDICATEURS COMMUNEMENT UTILISES DANS LE CADRE DES ANALYSES DE CYCLE DE VIE

► INDICATEUR DE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

- **Effet de serre**

Cet indicateur caractérise l'augmentation de la concentration atmosphérique moyenne en substances d'origine anthropique telles que le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), ou le protoxyde d'azote (N₂O). Ces émissions perturbent les équilibres atmosphériques et participent au réchauffement climatique. L'unité retenue est le kg éq CO₂.

► INDICATEURS D'IMPACTS CONTRIBUANT A L'ÉPUISEMENT DES RESSOURCES NON RENOUVELABLES

- **Consommation d'énergie non renouvelable**

Il comprend toutes les sources d'énergie qui sont extraites des réserves naturelles (charbon, gaz naturel, pétrole et uranium). L'unité est le MJ.

- **Épuisement des ressources naturelles**

Cet indicateur quantifie l'extraction des ressources naturelles considérées comme non renouvelables, i.e. consommées à un rythme supérieur au temps nécessaire à leur élaboration naturelle. L'unité employée est le kg éq Sb (antimoine).

- **Consommation d'eau**

Cet indicateur permet d'évaluer la consommation d'eau. Sont comptabilisés l'ensemble des prélèvements d'eau le long du cycle de vie du produit, de l'eau d'irrigation aux consommations industrielles. L'unité utilisée est le m³. Cet indicateur est un premier niveau d'évaluation dans la mesure où il est un peu trop frustré pour permettre de vraiment tracer les problématiques de pression hydrique (différencier la zone de prélèvement, le type de rejet,...).

► INDICATEURS D'IMPACTS CONTRIBUANT A LA SANTE HUMAINE

- **Déplétion de la couche d'ozone**

Cet impact potentiel est provoqué par des réactions complexes entre l’ozone stratosphérique et des composés tels que les CFC. L’amenuisement de la couche d’ozone se traduit entre autre par une filtration naturelle des rayonnements ultra-violets moins efficace. L’unité retenue est le kgéq CFC-11.

- **Oxydation photochimique**

Cet indicateur caractérise les impacts dus aux substances organiques. Il est exprimé en kg éq C₂H₄ (éthylène). Il traduit un ensemble de réactions complexes entre les composés organiques volatils et les oxydes d’azote conduisant à la formation d’ozone de basse atmosphère. L’ozone troposphérique a des effets néfastes sur la santé humaine et sur les végétaux.

- **Toxicité humaine**

Cet indicateur évalue les effets toxicologiques chroniques sur la santé humaine des substances cancérigènes et non cancérigènes. Il est exprimé en kgéq 1.4 DB (DichloroBenzène).



INDICATEURS D’IMPACTS CONTRIBUANT A LA QUALITE DES ECOSYSTEMES

- **Ecotoxicité aquatique et terrestre**

Cet indicateur permet d’évaluer l’écotoxicité. Il caractérise les risques potentiels induits par la présence des composés chimiques dans un système écologique spécifique. L’unité utilisée est le kg éq 1.4 DB (DichloroBenzène).

- **Acidification terrestre**

Cet indicateur caractérise l’augmentation de la quantité de substances acides dans la basse atmosphère. Ces émissions sont à l’origine des pluies acides impliquant le dépérissement de certaines forêts. On peut citer parmi les composés qui participent à ce phénomène : SO₂, NO_x, NH₃, HCl, HF. Les retombées acides ont des effets sur les matériaux, les écosystèmes forestiers et les écosystèmes d’eau douce. Cet indicateur est exprimé en kg éq SO₂.

- **Eutrophisation aquatique**

L’introduction de nutriments sous forme de composés phosphatés ou azotés perturbe les écosystèmes en favorisant la prolifération de certaines espèces (micro-algues, plancton,...). Cet effet peut entraîner une baisse de la teneur en oxygène du milieu aquatique ayant ainsi des répercussions importantes sur la faune et la flore aquatique. L’unité retenue est le kgéq PO₄³⁻ (phosphate).

8. ANNEXE – 7 EXEMPLES D'ELABORATION DES SCENARII POUR LES CHANGEMENTS D'AFFECTATION DES SOLS

8.1. DETAILS DES CALCULS AYANT SERVIS A QUANTIFIER LES ORDRES DE GRANDEURS

Les tableaux présentés dans ce paragraphe détaillent les calculs menés pour aboutir aux valeurs à injecter en analyse de sensibilité. Ils s'appuient principalement sur des données du GIEC, dont les valeurs utilisées figurent dans le chapitre 4.7 de méthodologie sur ces questions.

Seules les valeurs « taux de C relargué dans l'air sous forme CO₂ », « facteur conversion surface direct (rendement ha colza/rendement ha palme) », « facteur conversion surface indirect (liés aux tourteaux) » sont des estimations de BIO. La première a été faite sur la base d'une estimation d'export moyen de bois d'œuvre de l'ordre de 10 à 20 m³ de bois par hectare. Les deux seconds sont calculés à partir des productions à l'hectare issues de cette étude (quantité huile produite par hectare par exemple pour le CAS indirect des surfaces européennes en ester ; quantité de tourteaux obtenu à l'hectare). Les valeurs protéiques utilisées ayant servi à calculer des équivalences approximatives sont données dans la partie méthodologique (§ 4.7).

Aide à la lecture :

Les tableaux suivants doivent se lire de la manière suivante (sauf pour la durée d'amortissement en année, pour laquelle $Res2 = Res1/F2$) :

Facteur	Résultat
F1	Res1
F2	$Res2 = Res1 \times F2$

Tableau 18 : CAS indirect, scénario maximal

CAS indirect EMHV	Type de données	intermédiaire de calcul	valeur à attribuer à l'hectare de biocarburant	unités
		facteur	résultat	
type de surface remplacée	Forêt tropicale	247,5		t C /ha
Type de surface remplaçante	Culture pérenne	110		t C /ha
Ecart entre type d'usage des sols			137,5	
nombre année d'amortissement	An	20	6,875	t C /ha/an
taux de remplacement de la demande déplacée par le produit créant du CAS	%	100%	6,875	t C /ha/an
taux de satisfaction par de l'augmentation de surface	%	100%	6,875	t C /ha/an
taux de C relargué dans l'air sous forme CO ₂	%	90%	6,1875	t C /ha/an
facteur conversion surface direct (rendement ha colza/rendement ha palme)	%	38%	2,35125	t C /ha/an
facteur conversion surface indirect (liés aux tourteaux)	%	81%	1,9	t C /ha/an
allocation des émissions aux filières biocarburants	%	100%	1,9	t C /ha/an
allocation des émissions aux filières biocarburants	A		7,0	t CO ₂ eq.ha/an
matière sèche réellement brûlée	Source :	GIEC	43,1	t ms/ha
émission N ₂ O lors combustion	Source :	GIEC	8,6	kgN ₂ O/ha
émission CH ₄ lors combustion	Source :	GIEC	292,8	kg CH ₄ /ha
nombre année d'amortissement		20		
émission N ₂ O en eq CO ₂ , après amortissement	B		127,4	kg eCO ₂ /ha/an
émission CH ₄ en eq CO ₂ , après amortissement	C		336,7	kg eCO ₂ /ha/an
correctif pour le C émis dans CH ₄	D		-11	kg C/ha/an
valeur attribuée à l'hectare de culture du biocarburant	Total = A + B + C + D		7403	kg eq CO₂ / ha/an

Tableau 19 : CAS indirect, scénario modéré

CAS indirect EMHV	Type de données	intermédiaire de calcul	valeur à attribuer à l'hectare de biocarburant	unités
type de surface remplacée	Forêt secondaire tropicale ou tempérée	136,3		t C /ha
Type de surface remplaçante	Culture pérenne	110		t C /ha
Ecart entre type d'usage des sols			26,3	
nombre année d'amortissement	An	20	1,315	t C /ha/an
taux de remplacement de la demande déplacée par le produit créant du CAS	%	80%	1,052	t C /ha/an
taux de satisfaction par de l'augmentation de surface	%	50%	0,526	t C /ha/an
taux de C relargué dans l'air sous forme CO ₂	%	90%	0,47	t C /ha/an
facteur conversion directe de surface (rendement ha colza/rendement ha palme)	%	38%	0,180	t C /ha/an
facteur conversion indirecte de surface (liés aux tourteaux)	%	81%	0,145	t C /ha/an
allocation des émissions aux filières biocarburants	%	100%	0,145	t C /ha/an
allocation des émissions aux filières biocarburants		A	0,53	t CO ₂ eq.ha/an
matière sèche réellement brûlée	Source :	GIEC	23,21	t ms/ha
émission N ₂ O lors combustion	Source :	GIEC	4,642	kgN ₂ O/ha
émission CH ₄ lors combustion	Source :	GIEC	157,828	kg CH ₄ /ha
nombre année d'amortissement		20		
émission N ₂ O en eq CO ₂ , après amortissement	B		68,7016	kg eCO ₂ /ha/an
émission CH ₄ en eq CO ₂ , après amortissement	C		181,5	kg eCO ₂ /ha/an
correctif pour le C émis dans CH ₄	D		-5,9	kg C/ha/an
valeur attribuée à l'hectare de culture du biocarburant	Total = A + B + C + D		762,5	kg eq CO₂ / ha/an

Tableau 20 : CAS indirect, situation optimiste (via les tourteaux)

CAS indirect EMHV	Type de données	intermédiaire de calcul	valeur à attribuer à l'hectare de biocarburant	unités
type de surface remplacée	Culture	51,9		t C/ha
Type de surface remplaçante	Culture pérenne	110		t C/ha
Ecart entre type d'usage des sols			-58,1	
nombre année d'amortissement	an	20	-2,905	t C/ha/an
taux de remplacement de la demande déplacée par le produit créant du CAS	%	100%	-2,905	t C/ha/an
taux de satisfaction par de l'augmentation de surface	%	100%	-2,905	t C/ha/an
taux de C relargué dans l'air sous forme CO ₂	%	100%	-2,905	t C/ha/an
facteur conversion directe de surface (rendement ha colza/rendement ha palme)	%	100%	-2,905	t C/ha/an
facteur conversion indirecte de surface (liés aux tourteaux)	%	77%	-2,228	t C/ha/an
allocation des émissions aux filières biocarburants	%	100%	-2,228	t C/ha/an
allocation des émissions aux filières biocarburants	A		-8,17	t CO ₂ eq.ha/an
matière sèche réellement brûlée	Source :	GIEC	0	t ms/ha
émission N ₂ O lors combustion	Source :	GIEC	0	kgN ₂ O/ha
émissionCH ₄ lors combustion	Source :	GIEC	0	kg CH ₄ /ha
nombre année d'amortissement		20		
émission N ₂ O en eq CO ₂ , après amortissement	B		0	kg eCO ₂ /ha/an
émission CH ₄ en eq CO ₂ , après amortissement	C		0	kg eCO ₂ /ha/an
correctif pour le C émis dans CH ₄	D		0	kg C/ha/an
valeur attribuée à l'hectare de culture du biocarburant	Total = A + B + C + D		-8170,3	kg eq CO₂ / ha/an

Tableau 21 : CAS indirect, scénario maximal (remplacement du sucre français par sucre de canne)

CAS indirect Ethanol betterave	Type de données	intermédiaire de calcul	valeur à attribuer à l'hectare de biocarburant	unités
type de surface remplacée	Forêt tropicale	247,5		t C /ha
Type de surface remplaçante	Canne à sucre	85	162,5	t C /ha
Ecart entre type d'usage des sols			162,5	
nombre année d'amortissement	An	20	8,125	t C /ha/an
taux de remplacement de la demande déplacée par le produit créant du CAS	%	100%	8,125	t C /ha/an
taux de satisfaction par de l'augmentation de surface	%	100%	8,125	t C /ha/an
taux de C relargué dans l'air sous forme CO ₂	%	90%	7,3125	t C /ha/an
facteur conversion directe de surface (rendement ha colza/rendement ha palme)	%	100%	7,3125	t C /ha/an
facteur conversion indirecte de surface (liés aux tourteaux)	%	100%	7,3125	t C /ha/an
allocation des émissions aux filières biocarburants	%	100%	7,3125	t C /ha/an
allocation des émissions aux filières biocarburants	A		26,8	t CO ₂ eq.ha/an
matière sèche réellement brûlée	Source :	GIEC	43,1	t ms/ha
émission N ₂ O lors combustion	Source :	GIEC	8,6	kgN ₂ O/ha
émission CH ₄ lors combustion	Source :	GIEC	292,8	kg CH ₄ /ha
nombre année d'amortissement		20		
émission N ₂ O en eq CO ₂ , après amortissement	B		127,4	kg eCO ₂ /ha/an
émission CH ₄ en eq CO ₂ , après amortissement	C		336,7	kg eCO ₂ /ha/an
correctif pour le C émis dans CH ₄	D		-11	kg C/ha/an
valeur attribuée à l'hectare de culture du biocarburant	Total = A + B + C + D		27 236	kg eq CO₂ / ha/an

8.2. TABLEAUX DE RESULTATS SUPPLÉMENTAIRES:

Tableau 22 – Analyse de sensibilité : Changement d'Affectation des Sols indirects

Par ha de biocarburant considéré	CAS indirect, Esters méthyliques	EMHV Colza, total	EMHV Colza, partie agricole	CAS indirect, Ethanol	betterave, total	betterave, partie agricole
	kg CO ₂ /ha/an*	kg eCO ₂ /MJ	g eCO ₂ /MJ	kg CO ₂ /ha/an*	kg eCO ₂ /MJ	geCO ₂ /MJ
Ordre de grandeur maximal, sans allocation des émissions CAS aux	7500	1,87E-01	1,78E-01	27 000	1,81E-01	1,59E-01

Par ha de biocarburant considéré	CAS indirect, Esters méthyliques	EMHV Colza, total	EMHV Colza, partie agricole	CAS indirect, Ethanols	betterave, total	betterave, partie agricole
tourteaux ou pulpes.						
Ordre de grandeur maximal (avec allocation)	7500	1,28E-01	1,16E-01	27 000	1,50E-01	1,29E-01
Ordre de grandeur scénarii pessimistes intermédiaires (avec allocation)	3000	7,37E-02	6,37E-02	10 000	7,48E-02	5,33E-02
Ordre de grandeur scénarii pessimistes modérés (avec allocation)	800	4,66E-02	3,81E-02	3 000	4,37E-02	2,22E-02
Scénario sans CAS indirect (avec allocation)	0	3,73E-02	2,87E-02	0	3,04E-02	8,92E-03
Ordre de grandeur de scénarii optimistes modéré (avec allocation)	-1 000	2,55E-02	1,70E-02	-1 000	2,60E-02	4,48E-03
Ordre de grandeur de scénarii très optimistes (basés sur les coproduits) (avec allocation)	-6 000	-3,31E-02	-4,17E-02	-4 000	1,27E-02	-8,84E-03

* : émissions résultantes de CO₂ liées à ce changement à ajouter à l'échelle de la parcelle.

9. ANNEXE – 8 EXEMPLES DE CALCULS DE SIMULATIONS POUR LA METHODE D'IMPUTATION DES IMPACTS PAR SUBSTITUTION

9.1. DETAILS DES CALCULS POUR L'ETHANOL DE BLE

Le tableau présenté dans ce paragraphe détaille les calculs menés pour aboutir aux valeurs à injecter en analyse de sensibilité pour une simulation de substitution de tourteaux de soja par des drèches de blé (cf § 8.1.3 du rapport complet de l'étude).

Ces simulations sont également proposées pour différents niveaux de CAS direct pour le soja originaire du Brésil, qui représente ici 66% des approvisionnements en tourteaux de soja. La même répartition que celle considérée pour les importations d'huile de soja a été considérée pour cet exemple. Ces changements d'affectation des sols sont en effet à considérer de manière obligatoire dans le cas des cultures importées, conformément au référentiel.

Tableau 23– Substitution de drèches de blé à du tourteau de soja: données nécessaires au calcul

Ethanol de blé, substitution	Substitution de drèches de blé à du tourteau de soja	valeurs	unités	sources
A	Résultat éthanol de blé sans allocation	7,39E-02	kg eq. CO ₂ /MJ éthanol	Cette étude
B	quantité DDGS produite pour 1 MJ d'éthanol de blé	3,90E-02	kg DDGS/MJ éthanol	Cette étude
C1	charge du kg de tourteaux soja, sans CAS	2,09E-01	kg eq. CO ₂ /kg tourteaux de soja	Cette étude
C2	charge du kg de tourteaux soja, avec CAS direct maximal	6,93E+00	kg eq. CO ₂ /kg tourteaux de soja	Cette étude
C3	charge du kg de tourteaux soja, avec CAS direct intermédiaire	2,73E+00	kg eq. CO ₂ /kg tourteaux de soja	Cette étude
C4	charge du kg de tourteaux soja, avec CAS direct modéré	1,26E+00	kg eq. CO ₂ /kg tourteaux de soja	Cette étude
D	taux remplacement utilisé	1,26E+00	kg DDGS/kg soja	estimation BIO

La formule ci-dessous permet de calculer les émissions de GES de l'éthanol de blé avec la méthode de substitution pour différents scénarii. Les résultats numériques sont présentés dans le § 8.1.3.1

$$\text{Impact d'un MJ d'éthanol de blé par substitution} = A - (C_i \times B / D)$$

9.2. DETAILS DES CALCULS POUR L'EMHV DE COLZA

Le tableau présenté dans ce paragraphe détaille les calculs menés pour aboutir aux valeurs à injecter en analyse de sensibilité pour une simulation de substitution de tourteaux de colza à des tourteaux de soja.

Tableau 24- Substitution des tourteaux coproduits : cas de l'EMHV de Colza, données nécessaires au calcul

test substitution	Substitution de tourteaux de colza à des tourteaux de soja	valeurs	unités	sources
Ic'	EMHV de colza sans allocation – allocation à la glycérine déduite	5,60E-02	Kg eq CO ₂ /MJ EMHV	ACV 2009
Is'	EMHV de Soja sans allocation – allocation à la glycérine déduite	4,44E-02	Kg eq CO ₂ /MJ bio EMHV	ACV 2009
Is_max'	soja avec CAS direct maximal	1,26	Kg eq CO ₂ /MJ EMHV	ACV 2009
Is_int'	soja avec CAS direct intermédiaire	5,02E-01	Kg eq CO ₂ /MJ EMHV	ACV 2009
Is_mod'	soja avec CAS direct modéré	2,35E-01	Kg eq CO ₂ /MJ EMHV	ACV 2009
tc	qté tourteaux colza	3,65E-02	kg/par MJ EMHV	ACV 2009
ts	qté tourteaux soja	1,17E-01	kg/par MJ EMHV	ACV 2009
T	taux de remplacement préconisé si pas de substitut blé	1,5	kg tourteau colza / kg tourteau soja	biblio, CETIOM
$\alpha = (tc / ts \times T)$	alpha	2,08E-01	MJ EMHV soja / MJ EMHVcolza	calcul
$\alpha / (1 - \alpha)$	alpha/(1-alpha)	2,62E-01		calcul

La formule de calcul de substitution tient ici compte des substitutions en cascade, plus faciles à modéliser dans le cas de substitution entre huiles. La substitution de tourteau de soja par des tourteaux de colza conduit à une production moindre d'huile de soja, qu'il faut compenser par une production supposée supérieure d'huile de colza. La quantification des crédits d'impacts environnementaux qu'il est possible d'affecter aux tourteaux de colza tient compte de ce fait¹.

La formalisation mathématique de cette question conduit à l'équation ci-dessous :

$$B = Ic - \frac{\alpha}{(1 - \alpha)} \cdot [Is - Ic]$$

En définissant les variables suivantes :

B = Bilan environnemental de la production d'un kg d'huile brute de colza, en tenant compte des crédits d'impacts environnementaux en raison de la production conjointe de tourteaux, substitués à des tourteaux de soja

Ic = Impacts bruts (hors crédit pour les tourteaux) du fait de produire 1 kg d'huile de colza (c'est bien sur l'huile que porte l'effet de remplacement, et non sur l'EMHV)

Is = Impacts bruts (hors crédit pour les tourteaux) du fait de produire 1 kg d'huile de soja

Etant donné que les étapes d'estérification passant de l'huile à l'ester sont quasiment identiques entre les huiles de colza et de soja, la formule fonctionne aussi avec des résultats par MJ d'EMHV (appelés « l' » au lieu de « I » dans le tableau précédent pour bien montrer qu'il y a une étape supplémentaire dans le raisonnement).

¹ pour plus d'explication, voir le référentiel 2008, § 7.4 et 7.5

10. ANNEXE – 9 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES INDICATIVES

[Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)] Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Organic Chemical Industry, February 2003

[ADEME/DIREM 2002] Ecobilan (2002), « Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants; Rapport technique, version définitive »

[HART 2007] Hart Energy Consulting (2007), Study on relative CO₂ savings: comparing Ethanol and ETBE as a Gasoline Component, July 2007

[DELFT, 2007] CE DELFT (2007), ETBE and Ethanol: A Comparison of CO₂ Savings, October 2007

[IPCC 2006-4-11] IPCC (2006) « 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories », Volume 4, Chapter 11 (N₂O emissions from managed soils and CO₂ emissions from lime and urea application)

[JEC 2008] Concawe/Eucar/JEC (2008) “Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, Version 2c”

[IFP 2008] incorporation d'ester ethylique d'huile vegetale dans les gazoles, l. forti, a. di pancrazio, f. kerdelhue et b. flaconneche – IFP, mars 2008

[IFP 2008] FFV et surperéthanol: bilan et analyse du démarrage à froid, des émissions à l'échappement, et par évaporation. Sabine GUICHAOUA et Bertrand LECOINTE, IFP, décembre 2008

[EMPA, 2008] Consequences of increased biodiesel production/import in Switzerland, Consequential Life Cycle Assessment (CLCA), Jürgen Reinhard, Berlin-Zurich, 18.02.2008

[TZIRAKIS, 2006] Vehicle emissions and driving cycles: comparison of the athens driving cycle (adc) with ece-15 and european driving cycle (edc) ; e.tzirakis and al. , 2006

[ADEME/DIREM 2002] Ecobilan (2002), « Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants; Rapport technique, version définitive »

[AIE 2004] International Energy Agency (2004), “Biofuels for transport – An international perspective”

[Bouwman 2002 a] Bouwman A.F., Boumans L.J.M. et Batjes N.H. (2002), « Emissions of N₂O and NO from fertilized fields : Summary of available measurement data », Glob. Biogeochem. Cycles 16

[Bouwman 2002 b] Bouwman A.F., Boumans L.J.M. et Batjes N.H. (2002), « Modelling global annual N₂O and NO emissions from fertilized fields » Glob. Biogeochem. Cycles 16

[Crutzen 2007] Crutzen P.J., Mosier A.R. and Winiwarter W. (2007), « *N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels* », Atmos. Chem. Phys. Discuss

[DOE-USDA 98] U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Energy (1998), "*Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus*"

[DTI 2003] Elsayed, Matthews, Mortimer (2003), "Carbon and energy balances for a range of biofuel options"

[ECOFYS] Bart Dehue, Carlo Hamelinck; Saskia de Lint, Richard Archer, Esther Garcia, Eric van den Heuvel (2007) "*Sustainability reporting within the RTFO: framework report*"

[AIR 3] Eric Audsley, Concerted Action AIR3-CT94-2028 *Harmonisation of environmental Life Cycle Assessment for agriculture, valeur,*

[E4tech] E4tech: Bauen, Philip Watson and Jo Howes (2007), "Carbon Reporting within the Renewable Transport Fuel Obligation – Methodology"

[Farrell 2006] Alexander E. Farrell (2006), "*Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals*", Science 311, 506

[IPCC 2006-4-11] IPCC (2006) « *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* », Volume 4, Chapter 11 (N₂O emissions from managed soils and CO₂ emissions from lime and urea application)

[JEC 2007] Concawe/Eucar/JEC (2007) "Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, Version 2c"

[Kim & Dale 2005] Kim, S.; Dale, B. (2005), "Environmental aspects of ethanol derived from no-tilled corn grain: nonrenewable energy consumption and greenhouse gas emissions", Biomass Bioenergy, 28, 475-489.

[GM 2002] LBST, GM, BP, ExxonMobil, Shell and TotalFinaElf (2002) "Well-to-wheels analysis of energy use and greenhouse gas emissions of advanced fuel/vehicle systems- a European study"

[Levington 2000], Levington Agriculture Ltd for British Association for Bio Fuels and Oils (2000) "*Energy balances in the growth of oilseed rape for biodiesel and of wheat for bioethanol*"

[Low CVP 2004] LowCVP Fuels Working Group, WTW Sub-Group FWG-P-04-024 (2004) "*Well-to-Wheel Evaluation for Production of Ethanol from Wheat*"

[Macedo 2004] Carvalho Macedo (2005) "Assessment of GHG emissions in the production and use of fuel ethanol in Brasil"

[P&P 2005] Pimentel, D.; Patzek, T. (2005), "Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; biodiesel production using soybean and sunflower", Nat. Resour. Res. 2005, 14 (1), 65-76.

[PLANETE] SOLAGRO pour le compte de l'ADEME (2007), « Synthèse 2006 des bilans PLANETE - Consommation d'énergie et émissions de GES des exploitations agricoles ayant réalisé un bilan PLANETE »

[PNAS 2006] Jason Hill, Erik Nelson, David Tilman, Stephen Polasky and Douglas Tiffany (2006), "Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels"

[Réf. Allemagne] Horst Ferhenbach, Jürgen Giegrich, Sven Gärtner, Dr. Guido Reinhardt, Rils Rettenmaier for the Federal Environment agency Germany (2007) « GreenHouse Gas Balances for the German Biofuel Legislation – Methodological Guidance and default Values - DRAFT»

[Réf. GB] Draft Government Recommendation to RTFO Administrator. Department for Transport (2007) "Carbon and Sustainability Reporting Within the Renewable Transport Fuel Obligation - Requirements and Guidance"

[Réf. Pays-Bas] Geert Bergsma, Jan Vroonhof, Veronika Dornburg (2007) "The greenhouse gas calculation methodology for biomass-based electricity, heat and fuels"

[Shapouri 2002] H. Shapouri, J. A. Duffield, M. Wang (2002) "The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update"

[Shapouri 2004] H. Shapouri, J. A. Duffield, A. Mcaloon, paper presented at the Corn Utilization and Technology Conference, Indianapolis, June 7-9 2004.

[Skiba 1996] Skiba U.M, McTaggart IP., Smith Ka., Hargreaves Kj., Fowler D. (1996) «Estimates of nitrous oxide emissions from soil in the UK », Energy Convers. Manag., 37, 1303-1308.

[SOLAGRO] Jean-Luc BOCHU, Christian COUTURIER, Philippe POINTEREAU, Madeleine CHARRU (2005) « Maîtrise de l'énergie et autonomie énergétique des exploitations agricoles françaises : état des lieux et perspectives d'actions pour les pouvoirs publics »

[Stehfest 2006] Stehfest, E. and Bouwman L. (2006) « N₂O and NO emission from agricultural fields and soils under natural vegetation: summarizing available measurement data and modeling of global annual emissions », Nutrient Cycling in Agroecosystems 74:2007-228

[Wang 1999a] M.Q. Wang (1999) "Transportation Fuel-Cycle Model. Volume 1. Methodology, Development, Use and Results"

[Wang 1999b] M.Q. Wang (1999) "Transportation Fuel-Cycle Model. Volume 2. Appendices of Data and Results"

[WWF 2007] WWF Germany (2007) "Rain Forest for Biodiesel? Ecological effects of using palm oil as a source of energy"

[YUSOFF & HANSEN, 2007] Feasibility Study of Performing an Life Cycle Assessment on Crude Palm Oil Production in Malaysia, Sumiani Yusoff and Sune Balle Hansen, 2007 ecomed publishers

➤ **Sources d'inventaires d'émissions et modèles de caractérisation:**

[Gestim, Instituts techniques français, 2009] « Guide méthodologique pour l'estimation des impacts des activités agricoles sur l'effet de serre Institut de l'Elevage », ARVALIS -Institut du Végétal, CETIOM, ITAVI, ITB, IFIP.

[ECOINVENT,2004] Overview and Methodology, ecoinvent report No. 1, Data v1.1 (2004) , Rolf Frischknecht, Niels Jungbluth (Editors), Ecoinvent Center

[ECOINVENT,report n°17, 2007] Life Cycle Inventories of Bioenergy ecoinvent report No. 17, Data v2.0 (2007) , Niels Jungbluth (Editors), EMPA, ART, ... Ecoinvent Center

[CML, 1999] priority Assessment of Toxic Substances in the Frame of LCA, Mark A. Huijbregts, 1999<http://www.leidenuniv.nl/interfac/cml/ssp/index.html>

[USES, 2002] Uniform System for the Evaluation of Substances (USES), version 4.0, J.B.H.J Linders, M.G.J. Rikken, juin 2002