



**HAL**  
open science

# Les implications du développement des biocarburants : Quel impact sur les pays en développement?

Amine Akbi

► **To cite this version:**

Amine Akbi. Les implications du développement des biocarburants: Quel impact sur les pays en développement?. Economies et finances. Université Nice Sophia Antipolis, 2013. Français. NNT : 2013NICE0028 . tel-00936588

**HAL Id: tel-00936588**

**<https://theses.hal.science/tel-00936588v1>**

Submitted on 27 Jan 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# UNIVERSITE NICE SOPHIA ANTIPOLIS

ÉCOLE DOCTORALE 513 Droit Et Sciences Politiques, Économiques et de Gestion

Groupe de Recherche En Droit, Économie, Gestion (GREDEG) – UMR 6227

## **Thèse en vue de l'obtention du Doctorat en Sciences-Économiques.**

Présentée et soutenue publiquement par

**Amine AKBI**

### **Les implications du développement des biocarburants.**

Date de soutenance : 02 décembre 2013.

**Directeur de thèse : Michel RAINELLI Professeur de Sciences Economiques à  
l'Université Nice Sophia Antipolis (UNS).**

#### **Jury :**

**Christophe CHARLIER** Maître de conférences en économie à l'Université Nice Sophia Antipolis.

**Guéliffo HOUNTONDI** Professeur à l'Université Pierre-Mendès-France (Grenoble 2). Rapporteur.

**Michel RAINELLI** Professeur à l'Université Nice Sophia Antipolis. Directeur de thèse.

**Olivier BEAUMAIS** Professeur à l'Université de Rouen. Rapporteur.

*A mes parents...*

*Et à la mémoire de mes grands-parents.*

## Résumé

Le début de ce siècle a été marqué par un regain d'intérêt pour le développement des biocarburants. L'engagement de la communauté internationale pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre, les préoccupations énergétiques et les débouchés agricoles, ont été les principales raisons qui ont motivé ce développement. Dès lors, la production et la consommation de biocarburants ont considérablement augmenté et ont pris une dimension internationale. L'ampleur du phénomène a suscité des préoccupations d'ordres économique, agricole et environnemental. L'objet de la thèse est d'étudier l'ensemble des implications liées au développement des biocarburants – c'est-à-dire économiques, agricoles et environnementales – et de les inscrire dans le contexte économique mondial.

Afin de favoriser les biocarburants face à leurs équivalents fossiles, d'importantes mesures de soutien à l'ensemble des filières des biocarburants ont été instaurées dans les différentes régions du monde. Afin d'étudier la portée de ces politiques, nous avons fait une étude comparative entre les mesures des principaux acteurs (Brésil, Union européenne et Etats-Unis) et des nouveaux acteurs des marchés internationaux. Outre la comparaison des performances économiques et environnementales, nous avons analysé l'influence des politiques de soutien des principaux acteurs sur l'orientation des politiques des nouveaux acteurs engagés dans la production des biocarburants (ou de matières premières).

Le second axe de la thèse porte sur les implications agricoles du développement des biocarburants. En effet, de nombreux événements ont marqué les marchés agricoles mondiaux ces vingt dernières années : le changement d'habitudes alimentaires des pays en développement, la rareté des terres agricoles dans les régions historiquement productrices et exportatrices, les catastrophes naturelles, ..., constituent un défi pour les besoins alimentaires futurs. Dans ce contexte, l'avènement des biocarburants représente incontestablement un facteur additionnel aux tensions déjà existantes sur les marchés agricoles mondiaux. En plus d'accroître la tension sur les prix, le développement des biocarburants participe à la réorganisation de l'architecture de l'agriculture mondiale en faveur des pays en développement.

Le dernier axe porte sur les impacts environnementaux des biocarburants. L'internationalisation (de manière directe et/ou indirecte) de la production des biocarburants donnent une nouvelle dimension aux implications environnementales des biocarburants. Notre approche consiste à étudier les impacts environnementaux des biocarburants en séparant les étapes de production de matières premières, de celles de transformation et de consommation. Les résultats montrent que les pays en développement s'exposent à des risques environnementaux élevés. Afin d'éviter ces risques, le développement des biocarburants doit se soumettre à certaines conditions qui permettront d'atteindre une viabilité socio-économique et environnementale.

Mots-clés : biocarburant, politique publique, énergie, fiscalité énergétique, agriculture mondiale, commerce international, marchés agricoles internationaux, environnement, ACV, impacts environnementaux.

## **Abstract**

The beginning of this century was marked by a renewed interest in the development of biofuels. The commitment of the international community to reduce greenhouse gas emissions, energy concerns and agricultural markets were the main reasons for this development. Therefore, the production and consumption of biofuels have increased dramatically and took on an international dimension. This phenomenon magnitude has caused agricultural, environmental and economical concerns. The purpose of the thesis is to study all the implications of the development of biofuels - that is to say, economical, agricultural and environmental - in the context of the global economy. To promote biofuels as opposite to their fossil equivalents, important measures to support all sectors of biofuels have been established in different parts of the world. To study the impact of these policies, we conducted a comparative study between the measurements of the main players (Brazil, European Union and United States) and new actors in international markets. In addition to comparing the economic and environmental performance, we analyzed the influence of political support of key players on the political orientation of new actors involved in the production of biofuels (or raw materials). The second axis of the thesis focuses on the agricultural implications of biofuel development. Indeed, many events have marked the global agricultural markets over the past twenty years: the change in eating habits in developing countries, the scarcity of farmland in the historically producing and exporting regions, natural disasters... is a challenge for future food needs. In this context, the advent of biofuels is certainly an additional factor to existing tensions in global agricultural markets. In addition to increasing the pressure on prices, the development of biofuels contributes to the reorganization of the architecture of global agriculture in favor of developing countries. The last axis addresses the environmental impacts of biofuels. Internationalization (direct and / or indirect) of biofuels production gives a new dimension to the environmental implications of biofuels. Our approach is to study the environmental impacts of biofuels by separating the stages of production of raw materials, those of processing and of consumption. The results show that developing countries are exposed to high environmental risks. To mitigate these risks, the development of biofuels should be subject to certain conditions that will achieve a socio-economical and environmental sustainability.

Keywords : biofuel, public policy, energy, energy taxation, world agriculture, international trade, international agricultural markets, environment, LCA, environmental impacts.

## Remerciements

C'est en premier lieu à mon directeur de thèse, Michel RAINELLI, que s'adressent mes remerciements. Pour avoir accepté de diriger cette thèse, mais aussi pour ses grandes qualités humaines et professionnelles qui m'ont aidé à aller au bout de ce travail.

J'exprime ma gratitude, mon respect, et mon entière dévotion à mes parents, sans qui ce travail n'aurait jamais vu le jour.

Je tiens à remercier aussi mon frère et mes sœurs, particulièrement Nawel dont le soutien et la patience durant la dernière année de la thèse m'ont grandement aidé.

Ces années de doctorat ont été l'occasion de nombreuses collaborations et rencontres avec des doctorants, des chercheurs, des professeurs, et des personnes de tous horizons, qui ont enrichi mon travail d'une dimension essentiellement humaine. Tant de personnes qu'il m'est aujourd'hui difficile de les citer toutes et que je remercie collectivement.

Je tiens à remercier ma fiancée Sara, ainsi que mes proches, le noyau dur qui été présent tout au long du parcours, Chawki, Yazid, Hamza, je ne trouverais de mots pour vous remercier, ni pour m'excuser pour ce que je vous ai fait subir!

J'ai une pensée particulière à Monsieur Rachid BOUDJEMAA pour son appui, ses conseils, son soutien, et ses encouragements dans les moments les plus difficiles, mais aussi pour ses lectures. Je pense aussi à Areziki BENKHENNOUF : son calme, son pragmatisme, son écoute, ses qualités humaines et scientifiques ont été des ressources précieuses dans lesquelles j'ai puisé durant ces dernières années.

# Sommaire

Sommaire .....	6
INTRODUCTION GENERALE.....	13
Chapitre 1 : Aspects économiques et évolution des marchés des biocarburants.....	19
INTRODUCTION.....	19
1 La production des biocarburants - Coût de production des biocarburants : .....	20
1.1 Définition des biocarburants.....	20
1.2 Procédés de fabrication de biocarburants.....	21
1.2.1 L’Ethanol.....	21
1.2.2 Biodiesel.....	22
1.3 Analyse des coûts de production des biocarburants.....	24
1.3.1 Exemple de production de l’éthanol (cas des Etats Unis).....	24
1.3.2 Exemple de production de biodiesel.....	26
1.3.3 Les économies d’échelle.....	27
2 Evolution de la production de biocarburants dans le monde : .....	30
2.1 Faits et tendances.....	30
2.2 Les principaux acteurs du marché des biocarburants.....	33
2.2.1 Le Brésil.....	33
2.2.2 Les Etats Unis.....	35
2.2.3 L’Europe.....	38
2.3 Les nouveaux acteurs du marché des biocarburants.....	40
2.3.1 Les pays du continent américain hors Etats Unis et Brésil.....	40
2.3.2 Les pays du continent asiatique.....	42
2.3.3 L’Afrique.....	46
3 Commerce des biocarburants : .....	50
3.1 Le cadre commercial et réglementaire des biocarburants.....	50
3.1.1 Le régime de l’OMC.....	50
3.1.2 Les régimes commerciaux régionaux.....	51
3.2 Le commerce d’éthanol.....	53
3.2.1 Les pays exportateurs.....	53
3.2.2 Les pays importateurs.....	54
3.3 Le commerce du biodiesel.....	55
3.3.1 Les pays importateurs.....	55
3.3.2 Les pays Exportateurs.....	56
3.4 L’évolution des échanges commerciaux des biocarburants : .....	58

3.4.1	Comparaison des échanges d'éthanol et de biodiesel.....	58
3.4.2	Evolutions récentes des échanges.....	59
	Conclusion.....	60
	Chapitre 2 : Les politiques de soutien aux biocarburants.....	61
	INTRODUCTION.....	61
1	Panorama des mesures de soutien : .....	62
1.1	Soutien à la production.....	63
1.1.1	Secteur agricole.....	63
1.1.2	Secteur industriel (de transformation).....	64
1.2	Soutien à la consommation.....	64
1.3	Autres mesures de soutien.....	64
2	Les politiques de soutien dans les pays développés (et le Brésil) : .....	65
2.1	Les politiques de soutien aux biocarburants dans l'Union Européenne.....	65
2.1.1	Incitation à la consommation et la production des biocarburants.....	65
2.1.2	Incitations à la production.....	66
2.1.3	Protections aux frontières.....	67
2.2	Les politiques de soutien aux biocarburants aux Etas Unis.....	69
2.2.1	Mesures pour la production : Les mesures fiscales.....	69
2.2.2	Mesure de soutien à la consommation.....	70
2.2.3	Protection aux frontières.....	71
2.3	Brésil – Politiques de soutien aux biocarburants.....	72
2.3.1	Le programme « Proalcool ».....	72
2.3.2	Soutien à la consommation.....	73
2.3.3	Soutien à production.....	74
2.3.4	Les exportations.....	75
3	Les politiques de soutien dans les pays en développement : .....	76
3.1	Les incitations à la consommation.....	76
3.2	Les incitations à production.....	78
3.3	Les incitations à l'exportation.....	79
3.4	L'exemple de l'Argentine.....	80
4	Analyse et évaluation des politiques de soutien aux biocarburants :.....	82
4.1	Coûts des politiques de soutien aux biocarburants.....	82
4.2	Efficacité des politiques de soutien.....	85
4.2.1	Efficacité environnementale (coûts/efficacité).....	86
4.2.2	Efficacité énergétique.....	88
4.2.3	Efficacité agricole.....	90



4.3	Impacts des politiques de soutien des biocarburants des Etats-Unis et de l'Union européenne sur les pays en développement. ....	90
4.3.1	Impacts des politiques européennes. ....	91
4.3.2	Impact des politiques de soutien des Etats-Unis. ....	93
CONCLUSION .....		96
Chapitre 3 : Implications du développement des biocarburants sur le marché agricole.....		98
INTRODUCTION.....		98
1	Evolution du marché agricole alimentaire : .....	99
1.1	Evolution de l'offre agricole. ....	99
1.1.1	Utilisation des terres.....	99
1.1.2	L'évolution des rendements agricoles. ....	101
1.2	Évolution de la demande agricole. ....	105
1.2.1	Croissance démographique.....	105
1.2.2	Changement d'habitudes alimentaires.....	106
2	Les besoins agricoles pour la production de biocarburants : .....	109
2.1	Croissance de la demande de matière première pour la production de biocarburants.....	109
2.1.1	L'exemple de la production d'éthanol aux Etats-Unis. ....	112
2.2	Le changement d'affectation des terres agricoles.....	114
3	Les impacts prix du développement des biocarburants : .....	120
3.1	Evolution des cours de matières premières utilisées (et substituables) dans la production de biocarburants. ....	120
3.1.1	Les prix des produits alimentaires de base. ....	120
3.1.2	Les cours de matières premières agricoles utilisées dans la production des biocarburants. ....	123
3.2	Facteurs d'instabilité des prix de produits alimentaires et le rôle des biocarburants. ....	126
3.2.1	Les biocarburants et les mécanismes de détermination des prix. ....	126
3.2.2	Les modélisations de l'impact prix des biocarburants.....	129
3.3	Quels impacts sur la valeur des terres dans les pays en développement. ....	132
3.3.1	Valorisation des terres agricoles des pays en développement. ....	132
3.3.2	L'acquisition des terres agricoles dans les pays en développement. ....	134
4	Analyse de l'évolution des échanges des principaux acteurs du marché international: .....	137
4.1	La baisse des exportations des régions consommatrices. ....	138
4.1.1	Les exportations de maïs aux Etats-Unis d'Amérique. ....	138
4.1.2	Les exportations des huiles végétales dans l'Union européenne (huile de colza). ....	140
4.2	Mouvement des exportations mondiales. ....	142
4.2.1	Les exportations des matières premières utilisées dans la production d'éthanol. ....	142

4.2.2	Les exportations des graines et des produits oléagineux.....	145
	CONCLUSION.....	149
	Chapitre 4 : Les implications environnementales du développement des biocarburants.....	151
	INTRODUCTION.....	151
1	Cadre méthodologique d'analyse des impacts environnementaux :.....	152
1.1	Méthodologie de l'analyse du cycle de vie.....	152
1.2	Application de l'ACV aux biocarburants.....	153
2	Les impacts globaux :.....	158
2.1	Les émissions de gaz à effet de serre (sans Changement d'Affectation des Sols (CAS))... 158	
2.2	Emissions de GES causées par les changements d'affectation des sols (CAS).....	162
2.3	Analyse des résultats d'ACV des émissions de GES (ADEME 2010) :.....	164
2.3.1	Résultats sans changement d'affectation des sols (CAS).....	164
2.3.2	Les émissions liées aux changements d'affectation des sols.....	166
3	Autres impacts environnementaux : Impacts locaux et régionaux.....	169
3.1	Les impacts liés à la consommation des biocarburants.....	170
3.1.1	Potentiel de toxicité.....	170
3.1.2	Smog photochimique.....	172
3.2	Les impacts liés à la production des biocarburants.....	173
3.2.1	L'eutrophisation.....	173
3.2.2	L'épuisement des ressources naturelles : l'eau.....	174
4	Limites des résultats d'analyse des impacts environnementaux des biocarburants :.....	177
4.1	Incertitude sur les émissions de N <sub>2</sub> O.....	177
4.2	Critique des biais méthodologiques des Analyses de Cycle de Vie des biocarburants (Gnanousou, E. et al. (2009))......	178
5	Evaluation économique des impacts environnementaux :.....	180
5.1	L'évaluation économique de l'environnement.....	180
5.1.1	Valorisation économique des émissions de GES.....	181
5.1.2	Valorisation de la biodiversité.....	184
5.2	La considération des impacts environnementaux géographiques des biocarburants : cas de biocarburants importés.....	185
	CONCLUSION.....	187
	CONCLUSION GENERALE.....	189
	Bibliographie :.....	198
	ANNEXES :.....	213
	Annexe Chapitre 1 :.....	213
	Annexe chapitre 2 :.....	215

Annexe chapitre 3 : .....	216
Annexe chapitre 4 : .....	224

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison des coûts de production d'éthanol dans différentes régions du monde (2006). .....	26
Tableau 2 : Coûts de production de biodiesel en Europe. ....	28
Tableau 3: La production mondiale de bioéthanol par matière première utilisée 2008-2010. ....	32
Tableau 4: Production des biocarburants dans l'Union européenne en 2009. ....	39
Tableau 5 : Panorama des politiques de soutien aux biocarburants. ....	43
Tableau 6 : exemples de politiques de soutien aux biocarburants.....	47
Tableau 7 : Quelques exemples de projets d'investissement en Afrique.....	49
Tableau 8 : Tarifs douaniers appliqués à l'éthanol (FAO 2008).....	52
Tableau 9 : Commerce et prix mondiaux de l'éthanol.....	54
Tableau 10 : Commerce et prix mondiaux du biodiesel.....	56
Tableau 11 : Evolution des échanges mondiaux des biocarburants comparés à leur production.....	58
Tableau 12 : Mesures de soutien aux biocarburants dans les pays en développement.....	77
Tableau 13 : évolution de la filière de biodiesel en Argentine (millions de litres). ....	81
Tableau 14 : Estimation du soutien total (EST) pour les biocarburants dans les économies de l'OCDE (FAO) en 2006.....	83
Tableau 15 : Evaluation des coûts de politique de soutien en 2011 aux Etats-Unis et en Europe. ....	84
Tableau 16 : Réduction des émissions de gaz à effet de serre des biocarburants par matière première.....	86
Tableau 17 : Coût de la politique européenne par tonne de CO2 évitée (Ethanol). ....	87
Tableau 18 : Soutien de la politique européenne aux biocarburants par unité de combustible fossile remplacée (éthanol). ....	89
Tableau 19 : Importations de biodiesel dans l'Union européenne (en milliers de tonnes, période octobre/mai).....	92
Tableau 20 : Évolution des importations d'huile de l'UE, hors commerce intra-européen (en milliers de tonnes, période octobre/septembre). ....	92
Tableau 21 : Part de la demande de maïs pour la production d'éthanol aux Etats-Unis.....	93
Tableau 22 : Taux de croissance annuel moyen des rendements céréaliers (1950-2010). ....	101
Tableau 23 : Projections des rendements agricoles entre 2000 et 2050. ....	103
Tableau 24 : Ralentissement de la croissance démographique.....	106
Tableau 25 Production de maïs utilisé dans la production d'éthanol aux Etats-Unis. ....	113
Tableau 26 : Demande mondiale et superficie consacrée aux matières premières utilisées pour les biocarburants. ....	117
Tableau 27 : Prévisions des besoins en terres pour les biocarburants. ....	118
Tableau 28 : Superficie totales requise (en millions d'hectares) pour la demande totale projetée de biocarburants en 2030 (Riavindranath, N.H. et al. 2009). ....	119
Tableau 29 : Résultats des modèles d'analyse d'impacts prix des biocarburants (scénarios centraux). .....	129
Tableau 30 : Activité des investisseurs. ....	133
Tableau 31 : Les acquisitions de terres agricoles pour la production de biocarburants en Afrique. ...	136
Tableau 32: Approvisionnement et utilisation d'huile de colza dans l'Union européenne entre 2000-2012.....	141

Tableau 33 : Comparaison des résultats de trois études portant sur le potentiel de réduction des émissions de GES par rapport aux filières fossiles de référence respectives. ....	164
Tableau 34 : Données de référence de l'ADEME 2010 : Stock de carbone par type de culture. ....	166
Tableau 35 : Impacts environnementaux et facteurs de mesure. ....	170
Tableau 36 : Niveaux d'émissions en termes de potentiel de toxicité humaine par étape, pour les filières d'éthanol en France (ADEME 2010). ....	171
Graphique 37 : Incidences environnementales du biodiesel issu du colza par rapport à son équivalent fossile le diesel. ....	174
Tableau 38 : Les besoins en eau des cultures énergétiques. ....	176
Tableau 39 : Convergences et divergences des hypothèses de bases des études d'impacts environnementaux des biocarburants (Menichetti, E. Otto, M. (2008)). ....	178

## Liste des figures

Figure 1 : Schématisation de la production des biocarburants. ....	20
Figure 2 : Répartition des coûts de production d'éthanol à partir de maïs aux Etats-Unis. ....	25
Figure 3 : Répartition des coûts de production du biodiesel au Canada. ....	27
Figure 4 : Mesures de soutien aux différentes étapes de la filière de biocarburants. ....	63
Figure 5: La nature complexe de la formation des prix des produits de base (Derek Headey and Shenggen Fan (2010)). ....	127
Figure 6 : Finalité des acquisitions terres agricoles dans les pays en développement. ....	135
Figure 7 : Cycle de vie des filières biocarburants. ....	154
Figure 8 : Illustration du calcul pratique d'une ACV. ....	157

## Liste des graphiques

Graphique 1 : Projections de l'évolution du marché mondial des biocarburants. ....	31
Graphique 2 : Evolution du marché d'éthanol brésilien. ....	34
Graphique 3 : Production de biodiesel au Brésil. ....	35
Graphique 4 : Evolution et perspectives de production des biocarburants aux Etats-Unis. ....	37
Graphique 5 : Evolution et perspectives de production des biocarburants en Europe. ....	38
Graphique 6 : Répartition de la production moyenne de biocarburants en Asie 2008-2010. ....	44
Graphique 7 : Rendements énergétiques annuels à l'hectare des biocarburants par type de matière première. ....	85
Graphique 8 : Impact exercé sur la superficie totale affectée aux productions végétales (blé, céréales secondaires, riz, oléagineux et cultures dédiées à la production de biomasse destinée aux biocarburants de deuxième génération) par la loi américaine sur l'indépendance et la sécurité énergétique et la Directive européenne relative aux énergies renouvelables, moyenne 2013-2017. ....	96
Graphique 9: Evolution des terres agricoles dédiées aux céréales 1960-2010 (millions d'hectares). .	100
Graphique 10 : Evolution des rendements annuels des principales matières premières utilisées dans la fabrication des biocarburants entre 1962 et 2009. ....	102
Graphique 11 : Les rendements potentiels des principales matières premières utilisées dans la production des biocarburants. ....	104
Graphique 12 : Evolution de la consommation alimentaire par habitant dans le monde. ....	107
Graphique 13 : Evolution de la population mondiale, des terres agricoles et de la consommation alimentaire par tête entre 1970 et 2007. ....	108

Graphique 14 : Evolution de la production mondiale de biocarburants par matière première utilisée.	110
Graphique 15 La part de l'utilisation des biocarburants dans la production agricole mondiale.	112
Graphique 16 : L'évolution des prix des produits alimentaires de base (2000-2012).	121
Graphique 17 : L'évolution des prix des matières premières utilisées pour la production des Biodiesel dans les principales régions (1999-2010).	124
Graphique 18 : L'évolution des prix des matières premières utilisées pour la production de l'éthanol dans les principales régions (1999-2010).	125
Graphique 19: Evolution du marché du maïs aux Etats-Unis.	139
Graphique 20 : La part des exportations de maïs américain dans le monde.	139
Graphique 21 : Les huiles végétales dans l'Union européenne.	142
Graphique 22 : Evolution des exportations des céréales entre 1980 et 2010.	143
Graphique 23: La répartition des exportations de céréales dans le monde (1980-2010).	144
Graphique 24: Les parts des exportations des graines oléagineuses dans le monde (1980-2010).	146
Graphique 25: Les parts des exportations des huiles végétales dans le monde (1980-2010).	147
Graphique 26 : Emissions de GES et utilisation d'énergie primaire des biocarburants (Rainhart et al, 2008).	162
Graphique 27: Impact potentiel du CAS direct pour l'EMHV de Palme.	168
Graphique 28 : Changement indirect d'affectation des sols d'EMHV Colza.	168

## INTRODUCTION GENERALE

Le développement des biocarburants a connu un essor exceptionnel depuis le début des années 2000. Pour comprendre cet engouement il faut revenir au contexte qui a marqué cette période. En effet, suite au protocole de Kyoto (1997), la communauté internationale s'est engagée à lutter contre le réchauffement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre ; notamment les émissions de dioxyde de carbone émanant des transports. D'autre part, les questions de l'approvisionnement énergétique et de l'épuisement des réserves d'énergies fossiles refont surface dès le début des années 2000. Les événements survenus au Moyen Orient, et la flambée des cours du pétrole qui ont suivis, viendront confirmer ces inquiétudes. Mais encore, les années 1990 ont été marquées par une « crise de surproduction » du système agricole mondial (Mann P. 1998), notamment dans les pays européens – où la politique agricole commune (PAC) a joué un rôle décisif (Mann P. 1998). Dès lors, l'arrivée de nouveaux débouchés se présentait comme un dénouement à cette situation.

Ainsi, l'origine de la promotion des biocarburants, au début de ce siècle, avait été fondée sur trois arguments : la lutte contre le réchauffement climatique via la diminution des émissions de dioxyde de carbone, la réduction de la dépendance aux énergies fossiles, et la création de nouveaux débouchés pour le secteur agricole.

Jusqu'à la fin des années 1990, l'utilisation importante de produits d'origine agricole comme carburant n'était connue que du seul exemple brésilien. Le Brésil transformait une part conséquente de sa production de canne à sucre en éthanol. Le regain d'intérêt pour les biocarburants au début des années 2000, se concrétise avec l'engagement de l'Union européenne et des Etats-Unis dans le développement des biocarburants. Ces derniers auraient initié la mondialisation des biocarburants, puisqu'ils seront rejoints par d'autres régions du monde – notamment des pays en développement.

S'en suit une croissance fulgurante de la production mondiale des biocarburants (Sorda G. et al. 2010). Entre 2000 et 2012, la production annuelle d'éthanol a été multipliée par cinq, passant de 17,1 milliards de litres, à près de 86 milliards de litres. La production de biodiesel est multipliée par vingt-sept durant cette même période, passant de 806 millions de litres à près de 21,5 milliards de litres (Earth Policy Institute 2012).

Ce développement s'est effectué sur la base de soutiens publics importants. Des mesures d'appui de différentes natures, couvrant l'ensemble de la filière des biocarburants, ont été

mises en place. Elles se répartissent sur trois étapes : l'étape agricole pour les matières premières (subventions, tarifs préférentiels,...), l'étape industrielle pour la transformation (avantages fiscaux, aides aux investissements,...), et l'étape de consommation (objectifs contraignants de consommation, exemptions fiscales,...). En 2006, les Etats-Unis et l'Union européenne avaient dépensé plus de 11 milliards de dollars dans ces mesures de soutien aux biocarburants (Steenkblik, R. 2007).

Les biocarburants de première génération, qui constituent l'essentiel de la production globale, sont issus de matières premières agricoles conventionnelles. De la sorte, la production d'éthanol utilise une part importante de canne à sucre et de céréales secondaires, tandis que la production de biodiesel fait appel aux huiles végétales. Entre 2007 et 2009, la production mondiale d'éthanol a mobilisé plus de 20 % de la production mondiale de canne à sucre, 18 % de mélasse, 9 % des céréales secondaires, 7 % de la betterave sucrière et 0,5 % de blé, pendant que la production de biodiesel utilisait 10 % de l'ensemble des huiles végétales produites dans le monde (FAO OCDE 2010).

Au cours des dernières années, en plus des débats médiatiques, le développement des biocarburants a suscité de nombreuses interrogations et travaux scientifiques. Ces derniers orbitent autour de trois axes :

Le premier est celui du coût du développement des biocarburants. Le développement actuel n'aurait, sans doute, pas abouti sans les instruments de politique publique mis en place pour soutenir la filière des biocarburants notamment ceux établis par l'Union européenne et des Etats-Unis. Plus que le coût de production du biocarburant, ce sont ces mesures de soutien qui posent actuellement la question de la pertinence économique des biocarburants. Depuis la crise financière de 2008 – et la conjoncture économique mondiale défavorable qui a suivi – de nombreux rapports ont été menés afin d'estimer la pertinence économiques de ce développement (Cour des comptes (2012), GIS (2010), OCDE (2009)).

Un second axe est lié aux impacts agricoles qu'engendre la production de biocarburants à grande échelle, et ses conséquences sur la sécurité alimentaire. En effet, l'usage des produits agricoles pour la production de biocarburants a eu des conséquences notables sur les marchés agricoles, tant en termes de niveau de production et de consommation, que de prix relatifs aux matières premières concernées (Dronne Y. et al. 2007, Eickhout B. et al. 2008, Guindé L. et al. 2008, Valin H. 2010, FAO 2011). Force est de constater que la production de biocarburants possède des liens étroits avec les marchés agricoles et même avec

l'aménagement des sols (Laborde D. Msangi S. (2011)) ; la question de la sécurité alimentaire s'en trouve au centre des préoccupations.

Enfin, le troisième axe concerne les enjeux environnementaux des biocarburants. Bien que la littérature scientifique s'accorde majoritairement sur les bilans positifs des biocarburants, en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre, les travaux récents montrent que ces bilans, jusque-là positifs, souffraient d'insuffisances méthodologiques (Menichetti, E. Otto, M. 2008, Gnansounou, E. et al. (2009)). Actuellement, l'évaluation des impacts environnementaux est centrée sur les effets potentiellement négatifs, en relation avec les changements dans les usages des sols, mais aussi le reste des nuisances environnementales qui pourraient les accompagner (Farigione et al. 2008, Searchinger et coll. 2008, Bekunda, M. et al. 2009, Laborde D. 2011, ADEME 2010).

A la complexité et l'interaction de ces axes, s'ajoute aujourd'hui l'ampleur du phénomène du développement des biocarburants, donnant ainsi une dimension globale à toutes les questions qui lui sont attachées. Aussi pouvons-nous estimer que les travaux réalisés jusqu'ici concernant les implications des biocarburants, souffrent de deux insuffisances majeures. Lorsqu'ils ne se limitent pas aux conséquences régionales (ou bilatérales), ces travaux abordent distinctement chacun des axes mentionnés ci-dessus (Dronne Y. et Gohin A, 2005 ; Doku, A. Di Falco S. 2012, Eickhout B. et al. 2008, Guindé L. et al. 2008). Face à ces lacunes, l'objet de nos travaux est d'accoler l'ensemble des implications liées au développement des biocarburants – c'est à dire économiques, agricoles et environnementales – et de les inscrire dans le contexte économique mondial contemporain.

Premièrement, il est important de savoir qu'aujourd'hui encore, dans la plupart des pays, les biocarburants restent tributaires des soutiens publics, si bien qu'on peut considérer que la configuration actuelle des marchés des biocarburants a été modelée par ces politiques de soutien qui agissent non seulement sur les marchés des biocarburants, mais aussi sur les marchés agricoles, puisque ces derniers fournissent en matières premières agricoles les intrants des industries d'agrocarburants. Ainsi, selon la taille et l'importance des marchés concernés, l'influence de telles politiques peut être décisive. Bien qu'elles soient à l'origine de l'essor des biocarburants que nous connaissons aujourd'hui, les implications de ces politiques – notamment les implications internationales – restent encore peu explorées. Par ailleurs, la conjoncture économique défavorable que nous connaissons depuis la crise



financière de 2008 et les conditions des marchés agricoles internationaux, font que ces politiques de soutien doivent se soumettre à un examen particulier au vu de leur importance.

Deuxièmement, les besoins en produits agricoles nécessaires au développement des biocarburants coïncident avec les mutations qui s'opèrent sur les marchés agricoles mondiaux. Les dix dernières années, ont été rythmées par plusieurs épisodes qui ont marqué les marchés agricoles : baisse des stocks, envolée des prix, instabilité de l'offre, pénurie alimentaire,.... Au-delà des niveaux historiques enregistrés, c'est leur fréquence qui est préoccupante (IFPRI 2011). Bien que la littérature économique soit unanime sur le fait qu'il existe un impact réel des biocarburants sur les marchés agricoles (Dronne Y. et Gohin a. 2005, Dronne Y. et al. 2007, Campbell et al. 2008), il nous semble nécessaire d'insérer la demande agricole des biocarburants dans le contexte agricole et alimentaire mondial.

Enfin, comme nous l'avons mentionné précédemment, les aspects environnementaux des biocarburants font l'objet de controverses. La remise en question du potentiel des biocarburants à réduire les émissions de gaz à effet de serre est essentiellement liée aux émissions causées par le changement d'affectation des sols (Fargione et al. 2008). Ce phénomène concerne particulièrement les cas de déforestation dans les pays en développement. Par ailleurs, d'autres nuisances environnementales peuvent accompagner la production ainsi que la consommation des biocarburants : eutrophisation, déplétion des ressources naturelles, toxicité,.... (Reinhardt et al. 2008, Bonne, J-F. et Lore, D. 2009, ADEME, 2010). Ainsi, la mondialisation de l'essor des biocarburants soulève de nouvelles interrogations et pourrait mener à revoir les bilans environnementaux des biocarburants.

Du fait de la nature complexe des biocarburants en tant que bien – énergétique par son usage, agricole par sa production et se réclamant environnemental par son développement – les implications des biocarburants s'en trouvent inévitablement étendues.

Afin de cerner ces implications, nous avons cherché à comprendre les forces initiatrices du développement des biocarburants, ainsi que les entraves qui conditionnent leur expansion. Concrètement, cela revient à se poser les questions suivantes : quelle est la portée des mesures de soutiens accordées aux filières des biocarburants dans les pays concernés ? Face à cet engouement, quelle sera la réaction des marchés agricoles ? Quelles répercussions sur l'agriculture mondiale ? Est-ce que les « attributs » environnementaux n'évolueraient pas avec ce développement ? Enfin, qui, des régions du monde, seront concernées *in fine* par les implications des biocarburants ?

La démarche que nous avons choisie pour répondre à cette problématique, consiste à explorer les mécanismes qu'on estime attachés aux développements des biocarburants. Pour cela nous avons fait appel à plusieurs domaines de la théorie économique : économie des politiques publiques, économie agricole, économie de marché, commerce international, stratégie d'investissement, économie environnementale,... Compte tenu l'absence de base de données internationales<sup>1</sup> et de l'opacité constatée du domaine des biocarburants en termes de production des pays en développement, quantités de matières premières utilisées, surfaces agricoles mobilisées, coûts des mesures de soutien à la filière des biocarburants, investissements,... l'examen statistique ne peut qu'être centré sur des résultats tendanciers.

Au lieu d'une démarche traditionnelle (formelle, outils traditionnels, et modélisation), nous avons adopté un « travail de détective<sup>2</sup> » (Derek H. et Shenggen F., 2010), impliquant un croisement de connaissances (économiques, environnementales, agricoles).

Pour répondre aux questions de recherches issues de la problématique qui vient d'être explicitée, la thèse est organisée en quatre chapitres :

Le premier chapitre consiste à établir les préceptes de base, nécessaires à l'approche de notre problématique. Après avoir présenté les biocarburants, analysé les procédés et les coûts de production, nous exposons de manière critique l'évolution de la production des biocarburants dans le monde. Ce point permet d'apercevoir les circonstances particulières qui conditionnent le panorama des marchés des biocarburants. Nous finirons par fixer notre attention sur le commerce des biocarburants.

Le second chapitre est consacré aux politiques de soutien aux biocarburants. Nous instruirons les différents instruments des politiques publiques mis en place pour soutenir la filière des biocarburants. On confrontera, les politiques des principaux acteurs mondiaux (Brésil<sup>3</sup>, Etats-Unis, et Union européenne), à celles des pays dernièrement engagés dans le développement des biocarburants (essentiellement des pays en développement). Nous procéderons ensuite à l'analyse et l'évaluation de celles-ci. Ce point comprend : l'étude des coûts des politiques de

---

<sup>1</sup> Lorsqu'elles sont disponibles, les bases de données ne couvrent pas tous les facteurs de la production de biocarburants. De plus, en comparant les données, il arrive parfois qu'on trouve des divergences non négligeables.

<sup>2</sup> Expression utilisée par ces auteurs pour qualifier leur démarche « moins formelle » mais nécessaire pour mener à bien leur réflexion sur la crise alimentaire mondiale.

<sup>3</sup> Le Brésil reste un cas particulier, leader par son expérience historique en matière d'éthanol de canne à sucre, mais toutefois, assez proche de la seconde catégorie des pays en développement, dans la mesure où on note un certain nombre de caractéristiques communes.

soutien, l'évaluation comparative de leurs efficacités (énergétique, environnementale et agricole), et enfin l'examen de l'impact des politiques européennes et américaines sur le reste du monde.

Le chapitre suivant traite des implications agricoles du développement des biocarburants. Nous présenterons d'abord l'évolution de l'offre et de la demande du marché agricole, en insistant sur les tendances de chacune, durant les vingt dernières années ; nous distinguerons ensuite, les exigences agricoles du développement des biocarburants. Par la suite nous allons aborder les « effets prix » du développement des biocarburants. Nous décrivons les cours des matières premières agricoles, les mécanismes de détermination des prix et les impacts sur la valeur des terres agricoles. Nous terminerons ce chapitre par l'examen des échanges commerciaux des grandes cultures, en insistant plus particulièrement sur celles utilisées par la production des biocarburants.

Le dernier chapitre renvoie aux implications environnementales du développement des biocarburants. Nous ferons d'abord le point sur la méthode d'évaluation des impacts. Nous analyserons ensuite l'ensemble des impacts des biocarburants, à commencer par les émissions de gaz à effet de serre, dont l'impact est global. Les autres types d'impacts – dont les effets sont circonscrits – sont ensuite examinés en deux temps : étape de production, et étape de consommation. Puis nous mettrons en évidence les limites auxquelles se confrontent ces analyses dans la littérature scientifique. Enfin, nous clôturerons ce chapitre par une évaluation économique de ces impacts environnementaux, nous distinguerons les mécanismes de valorisation économique et financier de ces impacts et leur articulation dans un cadre de développement international des biocarburants.

# Chapitre 1 : Aspects économiques et évolution des marchés des biocarburants.

## INTRODUCTION.

Ce premier chapitre consiste à établir les préceptes de base de notre problématique.

Tout d'abord nous allons définir les biocarburants, et décrire leurs processus de fabrication. Un biocarburant est un bien énergétique qui fait appel en amont, aux ressources agricoles pour la fourniture de matières premières et à l'industrie pour leur transformation en carburant.

Il existe deux types de biocarburants : l'éthanol et le biodiesel, chacun fait appel à une catégorie de matières premières agricoles et à un procédé de fabrication adapté. Afin de mieux apprécier le biocarburant en tant que bien énergétique, et les implications qu'il peut avoir sur les autres secteurs, nous analyserons les coûts de production des différents procédés de production de ce dernier.

Avec l'objectif de bien cerner le processus d'organisation de la production mondiale des biocarburants, nous présenterons sa répartition et son évolution dans le temps, tout en décrivant le contexte qui l'a conditionné dans les différentes régions du monde. A ce titre, il importe de souligner que l'essentiel de la production d'éthanol carburant reste concentrée dans les Amériques, et celle relative au biodiesel en Europe. Ces régions sont des pionnières dans le développement des biocarburants. Depuis le début des années 2000 d'autres régions se sont jointes à la course au développement des biocarburants

Nous analyserons en dernière partie de ce chapitre les échanges commerciaux des biocarburants dans lequel il sera mis en exergue le cadre commercial et réglementaire régissant ces échanges – tant au niveau international, que régional. Nous procéderons ensuite à l'analyse et l'examen des échanges par type de biocarburants.

# 1 La production des biocarburants - Coût de production des biocarburants :

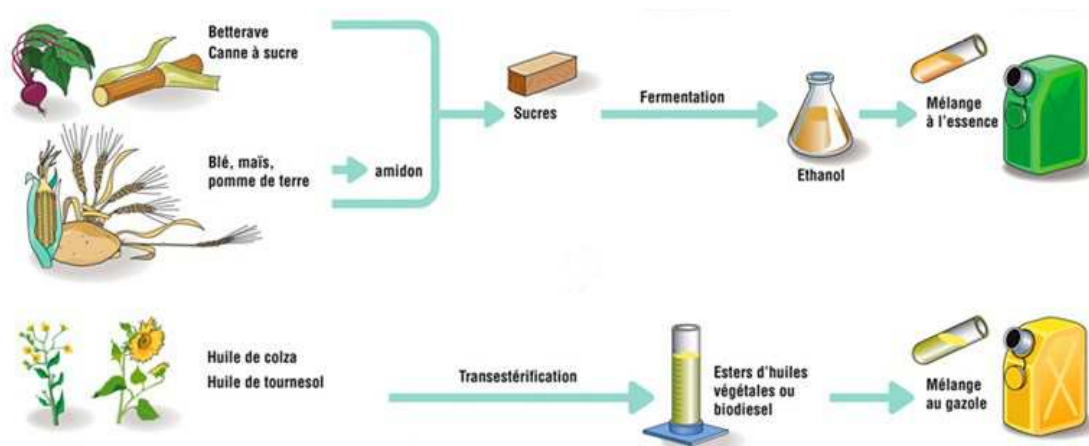
## 1.1 Définition des biocarburants.

Les biocarburants (ou agro carburants) sont des carburants issus de la transformation des matériaux organiques non fossiles provenant de la biomasse. Peut être considéré comme biocarburant tout matériau organique permettant de produire de l'énergie (ex : bois, déchets).

Il importe de noter que l'objet de notre recherche, portera sur les biocarburants liquides utilisés dans les transports, où deux principales filières y sont dédiées :

- La filière éthanol (et son dérivé l'éthyle tertio butyle éther (ETBE)) pour une incorporation dans la filière essence. L'éthanol est fabriqué à partir de plantes riches en sucre (betterave, canne à sucre) ou en amidon (céréales telles que blé ou maïs). De manière simplifiée (Figure 1), on peut dire que le procédé de fabrication consiste à la transformation, par fermentation, du sucre des matières végétales en alcool (ou éthanol).
- La filière de biodiesel (et son dérivé Ester Méthylique d'Huiles végétales (EMHV)) pour une incorporation dans la filière gasoil. La filière fait appel aux plantes oléagineuses (soja, colza, palmier à l'huile...etc.) (figure 1). L'huile extraite par pressage des graines, peut être directement utilisée – après purification – dans certains moteurs. Pour l'utilisation dans des moteurs « ordinaires » (avec des mélanges de gazole en faible proportion), une opération de transestérification avec du méthanol est nécessaire. Le biodiesel issu de cette opération est connu sous le nom d'ester méthylique d'huile végétale (EMHV).

Figure 1 : Schématisation de la production des biocarburants.



Source : IFP énergies nouvelles.

Cependant, la présence de biocarburants dans les carburants fossiles impose des précautions particulières. A faible niveau, l'utilisation des biocarburants est parfaitement compatible avec les moteurs récents, néanmoins les mélanges à des niveaux élevés nécessitent des modifications dans les moteurs.

Au même titre que les produits dérivés du pétrole, la production de biocarburants génère des coproduits. Selon la matière première utilisée, les coproduits peuvent avoir plusieurs emplois. Ainsi, les tourteaux que génère la production de biodiesel à partir de colza ou de soja peuvent servir à l'alimentation animale. On peut citer aussi la bagasse, résidu fibreux de la canne à sucre, utilisée comme combustible lors du processus de fabrication de l'éthanol de canne à sucre.

Somme toute, les biocarburants sont classés en trois générations déclinées comme suit :

- Les biocarburants de première génération – qui constituent actuellement l'essentiel de la production mondiale et sur lesquels portent nos travaux –sont essentiellement issus de ressources agricoles conventionnelles (pour l'éthanol : canne à sucre, maïs, betterave sucrière, blé...etc. ; pour le biodiesel : soja, colza, huile de palme...etc.). La technologie utilisée par cette première génération consiste à utiliser uniquement le fruit de la plante.
- Les biocarburants de seconde génération utilisant l'intégralité de la lignocellulose des plantes ou de la biomasse, permettent d'élargir l'horizon des matières premières : bois, paille, résidus forestiers...etc.
- Les biocarburants de troisième génération, où la production se fait à partir d'algues, dont l'application intéresse surtout le domaine de l'aviation.

« Il faut noter qu'il n'y a pas encore de consensus sur la définition de la troisième génération. Certains, en plus des micro-algues, y incluent l'ensemble des micro-organismes et y classent les biocarburants où la biomasse utilisée ne provient pas de surfaces terrestres »<sup>4</sup>.

## **1.2 Procédés de fabrication de biocarburants.**

### **1.2.1 L'Éthanol.**

L'éthanol est produit soit à partir d'amidon de céréales secondaires, soit à base de sucre de canne ou de betterave sucrière. Pour arriver à extraire de l'amidon des céréales, deux types de

---

<sup>4</sup> Ministère de l'écologie, de développement durable et de l'énergie (2011). Rapport sur l'industrie des énergies décarbonnées en 2010. En ligne. Disponible sur : [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport\\_energies\\_decarbonees\\_2011\\_complet02.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_energies_decarbonees_2011_complet02.pdf). (Consulté le 05.05.2013).

procédés sont utilisés en fonction de la nature des coproduits que veulent obtenir les industriels.

La méthode de traitement dite « *à sec* » s'accompagne de coproduits appelés drêches de distillerie utilisés pour l'alimentation animale. Par ailleurs, le CO<sup>2</sup> dégagé lors de la fermentation est récupéré et revendu aux producteurs de boissons gazeuses. Cette méthode est plus aisée à mettre en œuvre avec un coût d'investissement relativement faible, cependant les drêches coproduites sont moins onéreuses.

La seconde méthode de traitement dite « *en milieu liquide ou humide* », plus complexe à mettre en œuvre, nécessite un investissement plus important (Ballerini, D. 2007). Elle permet d'obtenir de la farine de gluten très riche en protéines, et peut avoir plusieurs applications pour l'alimentation humaine ou animale.<sup>5</sup>

L'éthanol issu de canne à sucre produit au Brésil réalise actuellement le meilleur bilan économique. En plus des rendements très favorables des cultures de canne à sucre, ce résultat est aussi rendu possible grâce à la bagasse – résidu de la canne après extraction du sucre – utilisée comme combustible lors de fabrication de l'éthanol. La bagasse est utilisée pour produire de l'électricité. Un nombre croissant de distilleries vendent leur excédent aux réseaux de distribution.

Par ailleurs, le choix des combustibles à utiliser pendant le processus de transformation est décisif pour la réduction des coûts de production. Avec la flambée du prix de l'énergie fossile, on voit naître divers procédés afin de limiter le coût de la consommation d'énergie. Aux États-Unis, certains producteurs se sont mis à utiliser le charbon, d'autres ont fait des choix plus écologiques et ont installé leurs unités à côté de centrales électriques pour utiliser la chaleur qu'elles dégagent (R. Steenblik, 2008). L'arrivée récente du gaz de schiste dans le paysage énergétique pourrait laisser croire que son utilisation dans les procédés de fabrication de biocarburants ne devrait plus tarder.

### **1.2.2 Biodiesel.**

Le biodiesel peut être produit à partir des huiles d'une très large gamme d'espèces végétales oléagineuses. Cependant en ce qui concerne la première génération de biodiesel, seules quelques espèces végétales sont rentables pour une utilisation relativement réduite comme

---

<sup>5</sup> Résumé de l'article "*How ethanol is made*" publié par Renewable Fuels Association (RFA) en 2007. <http://www.ethanolrfa.org/pages/how-ethanol-is-made>. (Consulté le 05.05.2013).

carburant. Par ailleurs il est possible de produire du biodiesel à partir de graisse animale et d'huile usagée, mais la faible quantité<sup>6</sup> disponible de ces matières premières compromet une production à grande échelle.

La production de biodiesel à partir de produits agricoles oléagineux comprend deux phases de traitement :

- La première phase est identique à celle requise pour la consommation humaine, elle consiste en l'extraction d'huile par pressage (à chaud ou à froid) ou par extraction à l'aide de solvant.
- La seconde phase, consiste en la transformation de l'huile en biodiesel par transestérification ; un procédé chimique qui, à l'aide d'un alcool, permet d'obtenir des composés d'ester (composante principale de biodiesel).

La production de biodiesel à partir de grains oléagineux génère deux types de coproduits. D'une part, nous avons les tourteaux oléagineux résidus solides de la trituration des grains qui représente 50 % à 75 % de la masse des grains. La valeur économique de ces coproduits est fonction de leur teneur en protéines qui varie d'une espèce à une autre. Les revenus dégagés par la vente des coproduits permettent d'amortir le coût de revient du biodiesel, au vu de l'importante quantité de tourteaux générée. D'autre part, le glycérol un liquide qui connaît plusieurs applications, notamment pour la fabrication de produits pharmaceutiques et cosmétiques.<sup>7</sup>

A l'évidence, la production de biodiesel est plus aisée à mettre au point par rapport à la production d'éthanol, dans le sens où, les procédés de fabrication d'éthanol nécessitent plus d'étapes de transformation et font appel à plus d'intrants chimiques, pour arriver au produit final. Pour les biocarburants de première génération, une avancée technologique permettant une baisse spectaculaire des coûts de production ne semble plus envisageable – les techniques utilisées arrivent à maturité (Agence internationale de l'énergie (AIE), 2006).

---

<sup>6</sup> On pourrait penser que les huiles usagées peuvent être disponibles en quantité, mais les infrastructures à mettre en place pour le ramassage et le traitement supplémentaire par rapport aux huiles vierges compromettent leur rentabilité économique.

<sup>7</sup> Résumé de : «*la production de biodiesel à partir de cultures oléagineuses*». ECV 031. Québec : Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 2008. Disponible : <http://www.craaq.qc.ca/data/DOCUMENTS/EVC031.pdf> . (Consulté le 09.09.2011).



### **1.3 Analyse des coûts de production des biocarburants.**

Le coût de production des biocarburants varie considérablement d'un pays à un autre. Ce coût est fonction des matières premières utilisées, des processus de transformation, du type d'énergie utilisée ainsi que du coût de la main d'œuvre (Steenblik R. 2007).

#### **1.3.1 Exemple de production de l'éthanol (cas des Etats Unis).**

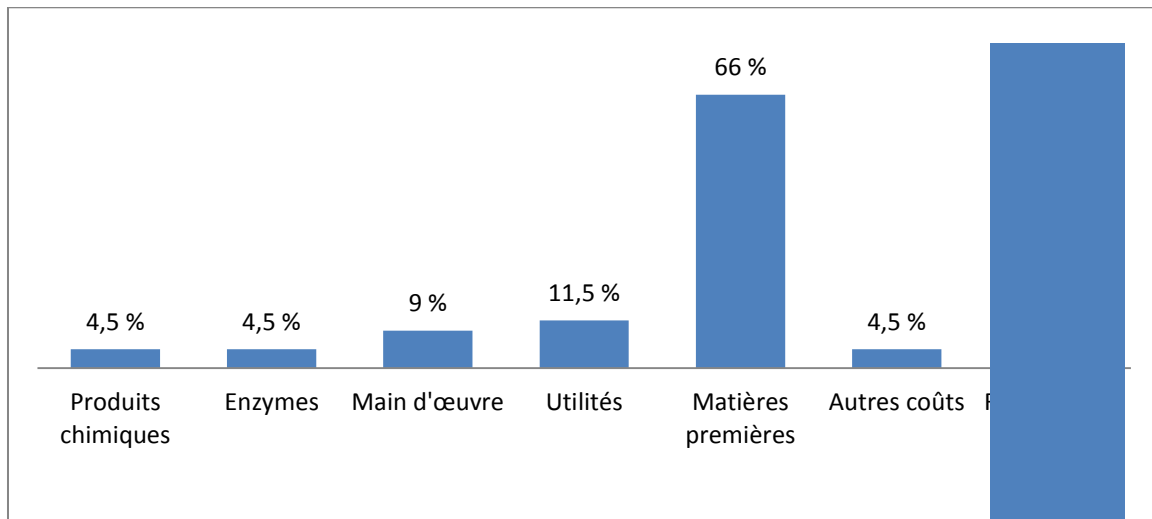
L'éthanol produit aux Etats-Unis est essentiellement produit à partir de maïs. L'expansion rapide du marché d'éthanol-carburant depuis les années 2000, a eu des répercussions sur le choix des procédés de fabrication. En effet, la forte augmentation de la production de biocarburants ces dix dernières années, s'est naturellement accompagnée d'une augmentation des quantités des matières coproduites. En raison des prix élevés des coproduits que génèrent les procédés dits « par voie humide » au début des années 2000, le plus gros des installations des bioraffineries réalisée à cet époque, utilisaient ce procédé pour produire l'éthanol. Cependant, le marché de ces coproduits arrive à saturation, notamment avec les tailles importantes des nouvelles unités de production, les coproduits générés ne pourront être écoulés sur le marché (Ballerini, D. 2011)<sup>8</sup>. C'est ce qui explique la prépondérance remarquée récemment des unités de production par voie « sèche ». Celles-ci permettent d'obtenir des coproduits essentiellement destinés à l'alimentation animale. Ce choix est en partie justifié par l'accroissement des besoins en alimentation animale actuels et futurs (Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO) 2011). Si bien, que les recettes tirées des coproduits jouent un rôle décisif dans la réduction des coûts de production.

La répartition des coûts de production de biocarburants est largement disproportionnée. Le coût de matière première agricole est de loin le poste le plus probant. Dans le cas de l'éthanol américain produit à partir de maïs (figure 2), 66 % du coût de revient est attribué aux matières premières. Au même moment, les coproduits permettent de réduire de 23 % le prix de revient de l'éthanol américain. Quand bien même, le coût d'investissement initial en infrastructure est élevé pour les industriels, reste que les choix des matières premières et des coproduits générés sont primordiaux pour la viabilité du projet.

---

<sup>8</sup> Ballerini, D. (2011). Les biocarburants de première génération pour les moteurs à allumage commandé (Chap. 2). In : Les biocarburants : répondre aux défis énergétiques et environnementaux des transports. Paris : Technip, 2011, pp 121.

Figure 2 : Répartition des coûts de production d'éthanol à partir de maïs aux Etats-Unis.



Source : Ballerini, D. (2011). Les biocarburants de première génération pour les moteurs à allumage commandé (Chap. 2) In : Les biocarburants : répondre aux défis énergétiques et environnementaux des transports. Paris : Technip, 2011, pp 121.

La figure ci-dessus présente la répartition des coûts de production d'éthanol à base de maïs aux Etats-Unis, ainsi que la part des revenus générés par la vente des coproduits. Sur ce graphique l'auteur estime que les deux procédés de production sont sensiblement les mêmes. Il est cependant important de noter que des différences de coûts persistent entre deux procédés de fabrication pour une même matière première. Ainsi, l'investissement initial et les coûts de traitement du procédé par voie « humide » sont plus élevés que celui par voie « sèche » (Ballerini, D. 2007).

Comme on peut le voir dans le tableau 1, l'éthanol produit à partir de canne à sucre aux Etats-Unis affiche un prix de revient trois fois supérieur à celui produit au Brésil. Toutefois, cette différence s'explique essentiellement par l'exceptionnel rendement de la canne à sucre au Brésil. De la même manière, la performance des rendements des cultures américaines de maïs permet d'obtenir de l'éthanol à un coût compétitif.

Hormis les effets liés aux rendements agricoles, on peut citer le fait que l'éthanol brésilien issu de canne à sucre, bénéficie de l'utilisation de la bagasse dans le processus de fabrication. Un résidu dont l'éthanol américain issu de maïs est privé d'équivalent.

**Tableau 1 : Comparaison des coûts de production d'éthanol dans différentes régions du monde (2006).**

	Etats-Unis Maïs Voie humide	Etats-Unis Maïs Voie sèche	Etats-Unis Canne à sucre	Etats-Unis Betterave à sucre	Brésil Canne à sucre *	Union Européenne Betterave à sucre*
<b>Coût de matière première **</b>	0,40	0,53	1,48	1,58	0,30	0,97
<b>Coût de traitement</b>	0,63	0,52	0,92	0,77	0,51	1,92
<b>Coût Total</b>	1,03	1,05	2,40	2,35	0,81	2,89

Source: United States Department of Agriculture (USDA), « The economic feasibility of ethanol production from sugar in the United States ». Juillet 2006, pp IV.

Remarques : dans ce tableau les coûts d'investissement sont exclus.

\*Moyennes des estimations publiées.

\*\* Les coûts de matières premières pour le maïs américains sont des coûts nets, alors que les coûts de betterave sucrière et de canne à sucre sont bruts.

Par ailleurs, on remarque que le coût de production de l'éthanol produit en Europe est plus élevé comparé au coût de l'éthanol brésilien ou étatsunien. Plusieurs raisons peuvent être avancées. Pour l'essentiel les suivantes :

- Il est très souvent remarqué que les tailles réduites des unités de production européennes comparée à celles qu'on trouve aux Etats-Unis et au Brésil, (voir exemple de production de biodiesel<sup>9</sup>) empêchent les biocarburants européens de profiter des économies d'échelle.
- Les coûts des matières premières agricoles, ou encore de l'énergie, plus élevés en Europe, pénalisent la compétitivité des biocarburants européens.

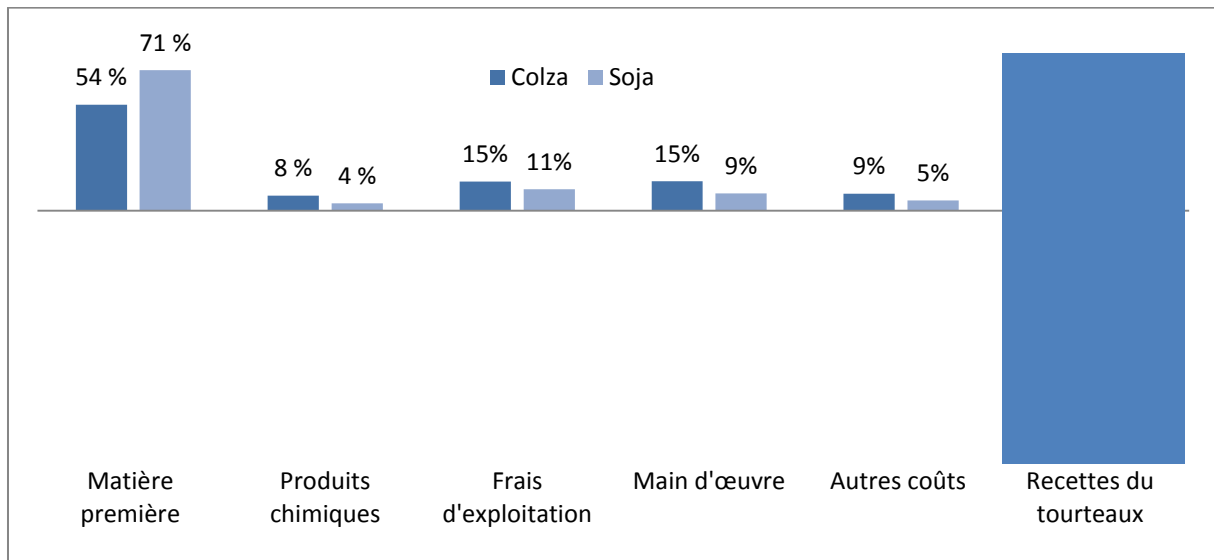
### 1.3.2 Exemple de production de biodiesel.

Dans l'analyse des coûts de production de biodiesel, on retrouve approximativement la même répartition des coûts. Là aussi, le coût des matières premières agricoles, des huiles en particulier, occupe une part considérable dans le bilan économique du biodiesel. Cependant, il semble que les coproduits issues de la production de biodiesel ont un impact plus important comparés à ceux de l'éthanol. En effet, mis à part le glycérol, la production de biodiesel à

<sup>9</sup> Les coûts d'échelle seront étudiés plus en détails dans l'exemple de production de biodiesel.

partir d'oléagineux permet d'obtenir des coproduits riches en protéine – de 30 % à 40 %<sup>10</sup> de protéines en fonction de la matière première – ce qui fait de ces coproduits un composant très prisé pour l'alimentation animale.

**Figure 3 : Répartition des coûts de production du biodiesel au Canada.<sup>11</sup>**



Source : Canada, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales (2009). Voir Annexe chapitre 1.

Cette figure (figure 3) permet de comparer la répartition des coûts de production de biodiesel issu de matières premières différentes. Ainsi, si on prend l'exemple des prix au Canada en 2009. Les tourteaux de soja contiennent 46 % de protéines et leur prix s'élève à 387,00 \$/tonne ; contre 34 % pour les tourteaux de colza avec un prix de 206 \$/tonnes<sup>12</sup>. Les recettes des coproduits issus de soja étant plus onéreux, représentent près de 93 % de l'ensemble des coûts de production de biodiesel. En revanche, les recettes tirées des tourteaux de colza ne représentent que 28 %. (Annexe Chapitre 1, figure 3).

### 1.3.3 Les économies d'échelle.

La baisse des coûts de production de biocarburant, d'une manière générale, observée depuis le début des années 2000, a notamment été rendue possible grâce à l'augmentation des tailles

<sup>10</sup> CRAAQ (2008). Le processus de fabrication du biodiesel : les coproduits générés. In : « La production de biodiesel à partir de cultures oléagineuses ». Disponible sur : <http://www.craaq.qc.ca/data/DOCUMENTS/EVC031.pdf>.

<sup>11</sup> Cet histogramme a été réalisé à partir des documents disponibles sur le site du ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales ; Lignes directrices pour estimer le coût de production du biodiesel. Disponible sur : [www.omafr.gov.on.ca/french/engineer/facts/bio\\_cop.htm](http://www.omafr.gov.on.ca/french/engineer/facts/bio_cop.htm)

<sup>12</sup> Canada, Ontario, ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales, « lignes directrices pour estimer le coût de production de biodiesel de canola/soya utilisé comme carburants agricole ». Février 2009. Disponible sur : [www.omafr.gov.on.ca/french/engineer/facts/bio\\_cop.htm](http://www.omafr.gov.on.ca/french/engineer/facts/bio_cop.htm)

des unités de production. En effet l'augmentation des tailles des unités de production permet de réaliser des économies d'échelle et d'effectuer des gains sur le coût unitaire à plusieurs niveaux.

**Tableau 2 : Coûts de production de biodiesel en Europe.**

Capacité t/an	10 000	35 000	70 000	100 000
<b>Huile</b>	460	460	460	460
<b>Produits chimiques</b>	43,9	42,1	42,1	42,1
<b>Energie</b>	10,1	6,9	6,9	6,9
<b>Investissements (amortissement sur 10 ans)</b>	27,8	32,9	20,7	15,9
<b>Main-d'œuvre</b>	41,6	15,6	7,8	5,3
<b>Maintenance, administration...</b>	17	18,6	15	13,6
<b>Coût global</b>	600,4	576,1	552,5	543,8
<b>Vente glycérine</b>	-46	46	-46	-46
<b>Coût du biodiesel</b>	554,4	530,1	506,5	497,8

Source : Lurgi.

1Euro=1,3 \$.

Prix moyen de l'huile de colza calculé sur les années 2003-2004. En 2011 le prix fluctuait entre 900 et 1000 €/t.

Tableau extrait de : Ballerini, D. (2006). Les bilans économiques et environnementaux des filières de production (chap. 7). In : Les biocarburants : Etat des lieux, Perspectives et enjeux du développement. Paris : éditions Technip, 2006. p 319.

Si on compare les résultats des deux extrémités du tableau ci-dessus (Tableau2), on remarque que l'augmentation de la taille d'unité de production permet de : réduire considérablement les coûts de la main d'œuvre (-87%), de mieux amortir le coût des installations (-42%), d'économiser les dépenses liées à l'énergie utilisée dans le processus de fabrication (-32 %), et enfin la réduction des coûts de maintenance (20%).

En Europe, les tailles des unités de production de biocarburants sont longtemps restées modestes. Ce n'est qu'à partir de 2008 qu'on a vu construire des unités de capacité comparable à celle qu'on trouve aux Etats-Unis ou au Brésil. Cette configuration a longtemps pénalisé le coût de production des biocarburants européens (Tableau 2). Pour autant, la taille moyenne des usines construites sur le continent américain reste supérieure à celle qu'on trouve en Europe. C'est en Amérique du Sud qu'on trouve aujourd'hui les plus grandes installations de biocarburants. Alors que l'Argentine est devenu, depuis peu, détenteur des plus grandes bioraffineries en biodiesel dans le monde. En septembre 2011, *Nova Fronteira Bioenergia*, une société brésilienne issue de la joint-venture entre le géant pétrolier *Petrobras* et le groupe *Sao Martinho*, annonçait l'agrandissement de l'usine de Bao Vista, passant ainsi à une capacité de 700 millions de litres d'éthanol par an. Elle deviendra alors la plus grande unité de production d'éthanol dans le monde. Pour la réalisation de cette extension, la société

comptait investir 520 millions de réal brésilien (environ 220 millions d'euros), l'essentiel de cette opération est financé par la Banque Nationale du Développement Social et Economique (BNDES).<sup>13</sup>

Ce qui nous renvoie à l'importance de l'implication des Pouvoirs Publics dans le bilan économique des biocarburants. Une large partie des politiques de soutien au développement des biocarburants consiste à réduire leur prix de revient – encore trop élevé (excepté au Brésil) – face aux carburants fossiles. A ce titre, les différentes formes d'aides accordées concernent l'ensemble des maillons de la chaîne de production de biocarburants, depuis les intrants à la production de la matière première, jusqu'à la consommation finale. (Cf. Chap. 2 : Les politiques de soutien aux biocarburants). Outre les mesures de soutien au secteur agricole, indépendamment de l'utilisation finale, on retrouve, également celles destinées à la production de biocarburants. Ces dernières consistent à octroyer des subventions directes aux agriculteurs, en ce sens, l'aide aux cultures énergétiques instaurée dans le cadre de la réforme de la PAC en 2003 en est le meilleur exemple<sup>14</sup>. Ces mesures sont d'autant plus importantes que la part des coûts des matières premières est élevée (figure 2, figure 3). S'ensuit des mesures en faveur de la conversion des matières premières, visant à réduire les coûts liés aux infrastructures de transformation et de distribution. Le plus souvent, celles-ci consistent en l'octroi de subventions au capital des prêts garantis par l'Etat et ainsi que sous forme d'exemptions fiscales.

Ce volet sera étudié en détail dans le chapitre suivant (Cf. Chap. 2 ; les politiques de soutien aux biocarburants).

En somme, le coût de production des biocarburants dépend du type de matière première et des procédés de fabrication. Selon les régions, les rendements des cultures, les coûts de main-d'œuvre, et les politiques liées aux biocarburants, les prix peuvent varier considérablement d'un contexte à un autre. La baisse des coûts de production de biocarburants de ces dix dernières années, est attribuée aux avancées technologiques. Cependant, la poursuite de la baisse des coûts de transformation des matières premières semble moins certaine vu le niveau

---

<sup>13</sup> Résumé d'informations extraites de l'article « Brésil : A plein régime dans les biocombustibles » (02/09/2011), sur le site green et vert. [www.greenetvert.fr/2011/09/02/a-plein-regime-dans-les-combustibles/31214](http://www.greenetvert.fr/2011/09/02/a-plein-regime-dans-les-combustibles/31214).

<sup>14</sup> Depuis réforme de la politique agricole commune de 2003, les agriculteurs disposent d'une aide aux cultures énergétiques (ACE) sous forme d'un paiement à la superficie de 45 euros l'hectare (45 euros par hectare dans la limite de 10 % de terres en jachère dans l'Union Européenne).

de maturité déjà atteint<sup>15</sup>. Pour améliorer la productivité économique, les industriels jouent désormais sur la taille des unités de production, la rationalisation de l'utilisation des intrants, et la mise en valeur des coproduits. Les prix des matières premières, encore volatils, restent le facteur majeur dans l'évolution à venir des coûts de production. Les perspectives de réduction des coûts passeront d'abord par une amélioration des rendements agricoles.

## **2 Evolution de la production de biocarburants dans le monde :**

### **2.1 Faits et tendances.**

Tiré par les soutiens publics accordés aux bioénergies dans le cadre de la promotion des énergies renouvelables, le marché d'éthanol ainsi que celui de biodiesel ont connu une nette progression ces quinze dernières années. Les prévisions faites à ce sujet, laissent entrevoir un prolongement de cette tendance pour la décennie à venir (IAE, RFA, OCDE, FAO).

Actuellement, le plus gros de la production mondiale de biocarburants se concentre dans trois régions. En tête, les Etats Unis avec une part de 48 % de la production mondiale de biocarburants, suivis du Brésil avec 22 % et enfin l'Union européenne avec 16 % (BP 2012). Ces trois régions produisent, à elles seules, plus de 86 % de la production mondiale des biocarburants. Cette situation a notamment été rendue possible grâce aux mesures de soutien à la production et à la consommation. Ainsi, dans le cadre de l'entrée en vigueur de la norme *Renewable Fuels Standard (RFS2) Final Rule*, les Etats-Unis se fixent un objectif de 36 milliards de gallons (136,27 milliards de litres) de biocarburants, dont 21 milliards (79,5 milliards de litres) provenant de carburants de nouvelle génération. En avril 2009, le conseil européen a adopté la Directive 2009/28/CE<sup>16</sup> relative à la promotion et l'utilisation des énergies renouvelables, portant ainsi l'objectif de consommation d'énergie renouvelable dans le secteur des transports à 10 %. Par ailleurs, de nombreux pays ont accru – ou prévoient d'accroître – leur consommation de carburants renouvelables. D'après les projections faites par le FAO et l'OCDE, la production annuelle mondiale en 2020 devrait pratiquement doubler par rapport à la production de 2008 pour atteindre 196,87 milliards de litres<sup>17</sup>.

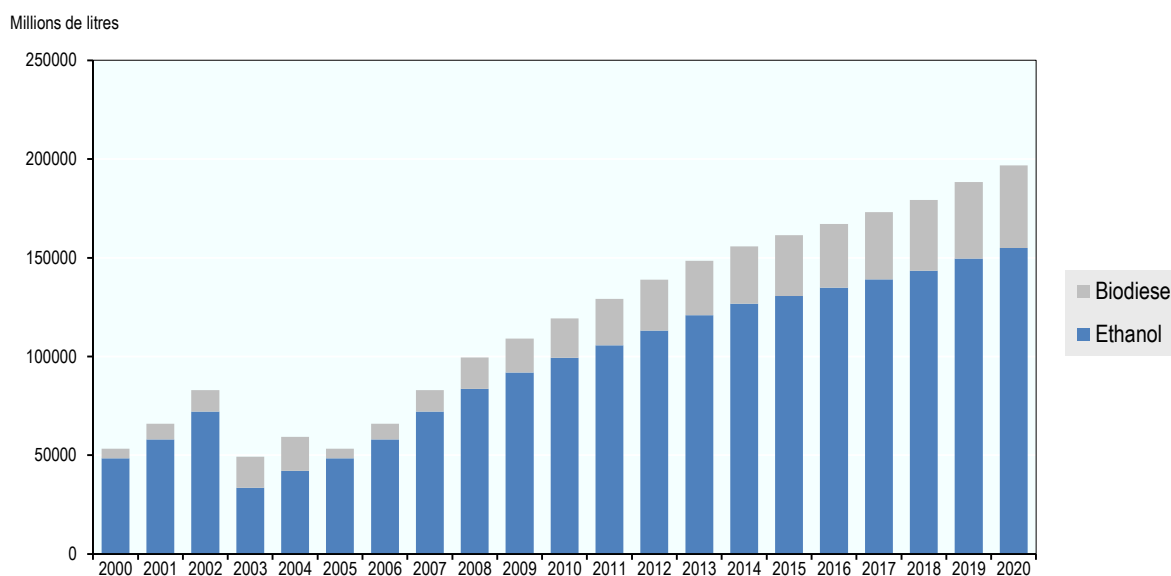
---

<sup>15</sup> Déjà en 2006, l'AIE avançait dans son rapport annuel qu'il était peu probable qu'une amélioration radicale des procédés fabrications que nous connaissons déjà, puisse générer une baisse significative des coûts. (WEO200, P 405-408).

<sup>16</sup> La Directive 2009/28/CE du parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables.

<sup>17</sup> Toutes productions de biocarburants confondues (éthanol, diesel, 2eme génération).

**Graphique 1 : Projections de l'évolution du marché mondial des biocarburants.**



Source : Base de données en ligne : perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020. Disponible sur : <http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=30104&vh=0000&vf=0&l&il=blank&lang=fr>

De plus, alors qu'au début des années 2000, la quasi-totalité de la production était partagée entre l'Europe, les Etats-Unis et le Brésil ; de nombreuses régions à travers le monde se sont lancées dans la production de biocarburants ces dernières années. Justifiée par des préoccupations nationales, besoins énergétiques, et/ou débouchés agricoles, la production de biocarburants dans ces nouvelles régions (Asie, Amérique du Sud et Afrique), est aussi tirée par la demande croissante en biocarburants des principales régions consommatrices. Ces régions constituent désormais les acteurs émergents du marché mondial des biocarburants.

En 2010, la production de biodiesel en Argentine s'est élevée à 2178 millions de litres, représentant plus de 10 % de la production mondiale<sup>18</sup>. L'Inde et la Chine ont produit près de 9,5<sup>19</sup> milliards de litres d'éthanol en 2010, ce qui représente une part de 9,5 % du marché mondial d'éthanol. Plus récemment, en Afrique, de nouvelles usines de production voient le jour en Afrique du Sud pour l'éthanol, en Mozambique et en Tanzanie pour le biodiesel. Ces nouveaux acteurs du marché des biocarburants affichent d'importants taux de croissance de la production. Malgré la place prépondérante des « gros producteurs » de biocarburants (Union

<sup>18</sup>Base de données : perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020.

<sup>19</sup>Base de données : perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020.



européenne, Etats-Unis, et le Brésil), leur part de marché s'érode de manière continue depuis l'arrivée de ces nouveaux acteurs.

Par ailleurs, il est important de noter que la quasi-totalité des biocarburants produits aujourd'hui sont dits « de première génération ». Leur production fait appel à des ressources agricoles conventionnelles (betterave, céréales, canne-à-sucre pour l'éthanol. Colza, tournesol, soja, huile de palme, et graisses animales pour le biodiesel) puisés sur le marché de produits agricoles destiné également à l'alimentation.

**Tableau 3: La production mondiale de bioéthanol par matière première utilisée 2008-2010.**

Matières premières	Production en Millions de litres	Part en %
Céréales secondaires	47,07	51,28%
Canne à sucre	27	29,18%
Blé	2	2,29%
Mélasse	4	4,03%
Matières premières non agricoles	3	3,27%
Betterave sucrière	2	1,86%
Autre	7	8,06%

Source : Perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020.

La flambée des prix du sucre en 2008, associée aux prix relativement faibles des céréales secondaires ont influencé le choix des producteurs d'éthanol qui se sont tournés vers le maïs pour assurer une production à moindre coût. Céréales secondaires et canne-à-sucre devraient continuer à fournir l'essentiel des besoins des producteurs d'éthanol au-cours de la prochaine décennie.

Par ailleurs, la production des biocarburants « avancés » reste toujours négligeable/

Les biocarburants de « deuxième génération » sont toujours, en cours de développement. Leur production reste actuellement négligeable. C'est en 2006 que la compagnie canadienne Logen a mis en place la première unité pilote d'éthanol de deuxième génération<sup>20</sup>. Depuis, plusieurs unités pilotes ont été réalisées dans différentes régions du monde, particulièrement en Europe et aux Etats-Unis. En 2009, l'éthanol produit à partir de biomasse représentait 2,65<sup>21</sup> millions

<sup>20</sup> IFP (2008). Les unités pilotes de biocarburants de deuxième génération dans le monde. Lyon : IFP Panorama, 2008. Disponible sur : <http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/publications/notes-de-synthese-panorama/panorama-2008/les-unites-pilotes-de-biocarburants-de-deuxieme-generation-dans-le-monde>

<sup>21</sup> Base de données en ligne : perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020. Production de d'éthanol à partir biomasse aux Etats-Unis.

de litres, une production exclusivement américaine. Actuellement, d'importants moyens sont mis en œuvre pour inciter le développement de nouvelles générations de biocarburant. Cependant, une production conséquente à l'échelle industrielle n'est pas envisageable avant 2016<sup>22</sup>. Les principaux acteurs attendus sur ce marché sont les Etats-Unis, l'Union Européenne et la Chine. (FAO, AIE, OCDE).

## **2.2 Les principaux acteurs du marché des biocarburants.**

### **2.2.1 Le Brésil.**

Premier producteur mondial de sucre, deuxième exportateur de soja (28,1 % du marché mondial) et troisième pour le maïs (7% du total), le Brésil est un acteur de poids dans le marché agricole mondial. Producteur historique de canne à sucre, ce pays avait valorisé cette ressource très tôt pour réduire sa dépendance vis-à-vis des énergies fossiles. Au lendemain du premier choc pétrolier de 1973, les autorités brésiliennes se lançaient dans la production d'éthanol à partir de canne-à-sucre avec la mise en place du programme « Proalcool ». Le résultat ne s'est pas fait attendre, la production a été multipliée par vingt entre 1975 et 1985. A partir de la seconde moitié des années 1980, une chute brutale des cours de pétrole a compromis la compétitivité du prix de l'éthanol, favorisant ainsi la consommation de carburant d'origine fossile. Ce n'est qu'à la fin des années 1990 que le gouvernement a rétabli les politiques de soutien au développement de l'éthanol.

Depuis 2000, la production d'éthanol est en constante progression, passant de 10,7 à plus de 25 milliards de litres en 2009. Le secteur doit cette évolution, d'une part, à sa capacité productive qui affiche une rentabilité exceptionnelle. Celle-ci étant rendue possible, aussi, grâce à une amélioration des rendements agricoles et à l'utilisation de la bagasse comme combustible dans le processus de fabrication. D'autre part, les politiques d'incitation à la consommation d'éthanol (exonération fiscale et obligation d'incorporation) et la prédisposition du parc automobile brésilien à l'utilisation de bioéthanol – grâce aux véhicules Flex-fuel – ont encouragé la consommation.

En deuxième position, derrière les Etats-Unis, le Brésil a produit près de 27 milliards de litres en 2010 ce qui représente 26 % du marché mondial.

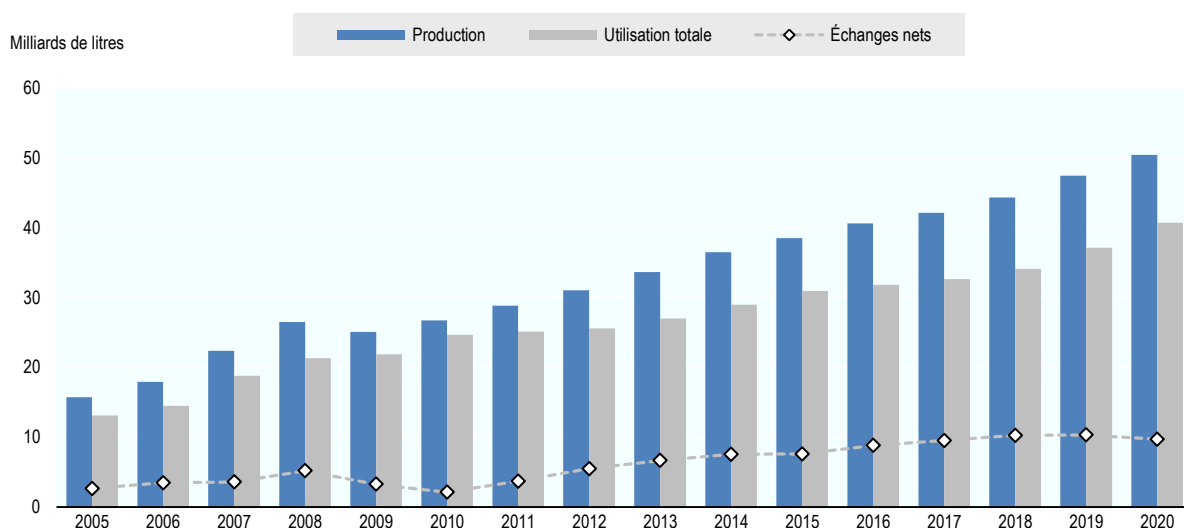
Le Brésil est aussi un fournisseur de volumes significatifs d'éthanol pour le marché international. Comme on peut le voir sur le graphique ci-dessous (courbe d'échanges), les

---

<sup>22</sup> OCDE-FAO (2010). Perspective agricoles de l'OCDE et de la FAO 2010-2019. Paris : Editions OCDE.

exportations ont progressé en moyenne de 16,7% entre 2005 et 2009. La baisse des exportations du Brésil en 2010 est la conséquence d'une flambée du prix du sucre brut et d'un éthanol à base de maïs relativement plus compétitif. Malgré cela, le Brésil reste, et de loin, le premier fournisseur d'éthanol du marché international (Cf. Commerce des biocarburants).

**Graphique 2 : Evolution du marché d'éthanol brésilien.**

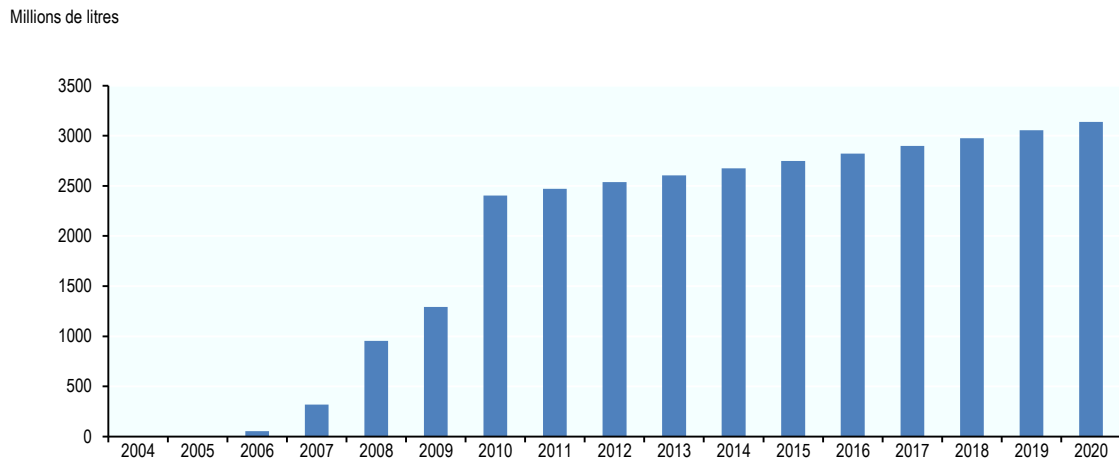


Source : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011, Partie 2, Graphique 3.6 Projections de l'évolution du marché brésilien du bioéthanol. p86.

D'après les projections faites par la FAO et l'OCDE en 2011, cette production devrait continuer de croître, tout au long de la prochaine décennie pour atteindre la barre des 50 Mrd de litres en 2020, dont un peu plus de 19 % destinée à l'exportation.

A cette production d'éthanol, vient s'ajouter depuis 2004, une production de biodiesel. En effet, à compter de cette date le gouvernement brésilien s'est doté d'un programme national pour la production et l'usage du biodiesel (PNPB). Après avoir inauguré la première usine de biodiesel en 2005, on en comptait plus d'une cinquantaine en 2009. Cet essor a été consolidé par la mise en place d'une norme d'incorporation de biodiesel dans la distribution de carburants à partir de 2008.

### Graphique 3 : Production de biodiesel au Brésil.



Source : Base de données en ligne : perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020. Disponible sur : <http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=30104&vh=0000&vf=0&l&il=blank&lang=fr>

Comme on peut le voir dans le graphique ci-dessus, la production de biodiesel croît très rapidement. La production dérivée essentiellement de l'huile de soja est passée de 585 610 litres en 2005 à plus de 1,29 milliards de litres en 2009, cependant cette progression se stabilise à partir de 2010 aux alentours de 2 milliards de litres /an. Les modèles de la FAO et de l'OCDE prévoient une progression stable pour la prochaine décennie. Cette situation s'expliquerait notamment par la faible proportion de véhicule diesel dans le parc automobile brésilien. Cependant, certains travaux, notamment ceux d'ONG brésiliennes, se préoccupent de la vitesse de progression du biodiesel au Brésil (CMA, 2009)<sup>23</sup>.

#### 2.2.2 Les Etats Unis.

C'est en 1978, sous l'administration Carter que la première mesure de soutien à la production d'éthanol a été votée<sup>24</sup> dans la loi Energy Tax Act qui prévoyait l'exemption totale de la taxe d'accise pour les carburants mélangés avec l'éthanol. Axée sur l'éthanol, la production américaine n'a pas cessé de croître tout au long de ces trente dernières années. Les circonstances énergétiques et les préoccupations environnementales du début des années 2000 ont fait resurgir l'intérêt pour le développement du bioéthanol. Une initiative soutenue par la

<sup>23</sup> Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis (CMA) ONG Reporter Brasil, 2009. Disponible en ligne en anglais : <http://reporterbrasil.org.br/biofuel/relatorio.php>

<sup>24</sup> Energy Tax Act, première loi pour le soutien de biocarburant aux Etats-Unis qui prévoyait des allègements fiscaux.

puissante communauté agricole qui voyait l'opportunité que cela représenterait pour les agriculteurs américains.

En plus des mesures déjà existantes, un large éventail de mesures a été élaboré ces dernières années pour soutenir la production et la consommation de biocarburants. Abordant la filière des biocarburants dans son ensemble par des aides au secteur agricole, des appuis aux industries de transformation et des politiques d'incitations à la consommation, le marché des biocarburants a connu une nette progression depuis le début de ce siècle. Ainsi, la production d'éthanol a augmenté de 750 % depuis 2000, passant de 6,4 milliards de litres en 2000, à plus de 48 milliards en 2010<sup>25</sup> ; hissant les Etats-Unis au premier rang mondial des producteurs d'éthanol. A noter aussi qu'en 2010, grâce à un éthanol devenu plus compétitif, les américains sont devenus des exportateurs nets d'éthanol. Cela était rendu possible grâce à la flambée des prix du sucre dans le marché mondial qui a pénalisé l'éthanol brésilien à base de canne à sucre, en épargnant celui des Etats Unis issu de maïs. Par conséquent une part importante de maïs américain est transformée dans les bioraffineries. On estime actuellement, qu'environ 40 % du maïs des Etats-Unis servent à la production d'éthanol (FAO 2012).

Contrairement à la configuration européenne, le secteur des transports routiers aux Etats-Unis est largement dominé par motorisation essence. De ce fait, la production de biodiesel est donc longtemps restée marginalisée. Ce n'est qu'à partir de 2005 que le marché américain de biodiesel a connu un réel essor. Attirés aussi par l'exportation vers le marché européen, les producteurs américains ont fortement augmenté leur production depuis. Jusqu'en 2009, les producteurs de biodiesel américains avaient bénéficié à la fois des subventions américaines et d'une fiscalité attractive en Europe. La loi sur la sécurité et l'indépendance énergétique (*Independence and Security Act*) votée en 2007 est venue consolider cette croissance, par la mise en place d'objectifs de consommation. (Cf., Chapitre 2 : les politiques de soutien aux biocarburants).

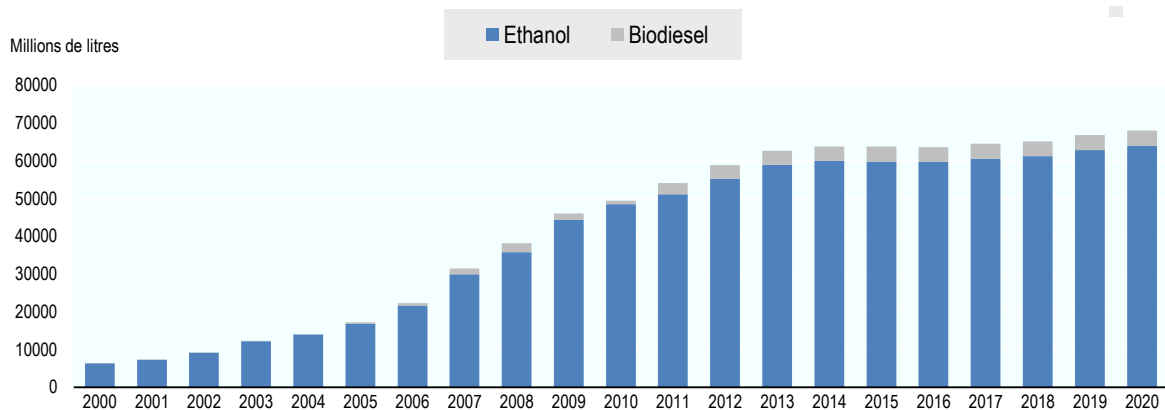
La capacité de production de biodiesel a considérablement augmenté ces cinq dernières années. Alors que la production annuelle de biodiesel n'était que de 323 millions de litres en 2005, elle est passée à 2,4 milliards de litres en 2008<sup>26</sup> se classant ainsi au second rang des plus gros producteurs derrière l'Union européenne. L'essentielle du biodiesel américain est dérivé de soja.

---

<sup>25</sup> Chiffre provisoire pour l'année 2010.

<sup>26</sup> Base de données en ligne : perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020. Disponible sur : <http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=30108&vh=0000&vf=0&l&il=blank&lang=fr>

#### Graphique 4 : Evolution et perspectives de production des biocarburants aux Etats-Unis.



Source : Base de données en ligne : perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020. Disponible sur : <http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=30104&vh=0000&vf=0&l&il=blank&lang=fr>

Depuis le 1 avril 2010, le gouvernement américain a révélé la nouvelle norme *Renewable Fuels Standard (RFS2)* qui dicte les nouveaux objectifs à atteindre en matière de carburants renouvelables jusqu'en 2022. Cette norme prévoit l'utilisation de 36 milliards de gallons par an (136,27 milliards de litres) d'ici 2022, dont 21 milliards de gallons (80 milliards de litres) devraient être issus de biocarburants avancés, c'est-à-dire, de nouvelles générations.

D'après les projections faites par l'OCDE et la FAO, la production américaine de biocarburants devrait continuer de croître tout au long de la prochaine décennie. En effet, l'engagement pris en vertu de la norme *Renewable Fuels Standard (RFS2) Final Rule* devrait inciter à la poursuite de l'essor qu'a connu le secteur de biocarburants jusqu'ici.

Selon cette même source, la production d'éthanol devrait atteindre 71 milliards de litres d'ici 2020, dont la majorité sera constituée d'éthanol de première génération à base de maïs. Bien loin des objectifs fixés par la norme RFS2, l'éthanol cellulosique de deuxième génération pourrait atteindre 4,3 milliards de litres en 2020 au lieu de 40 milliards prévus dans les objectifs de la RFS2.

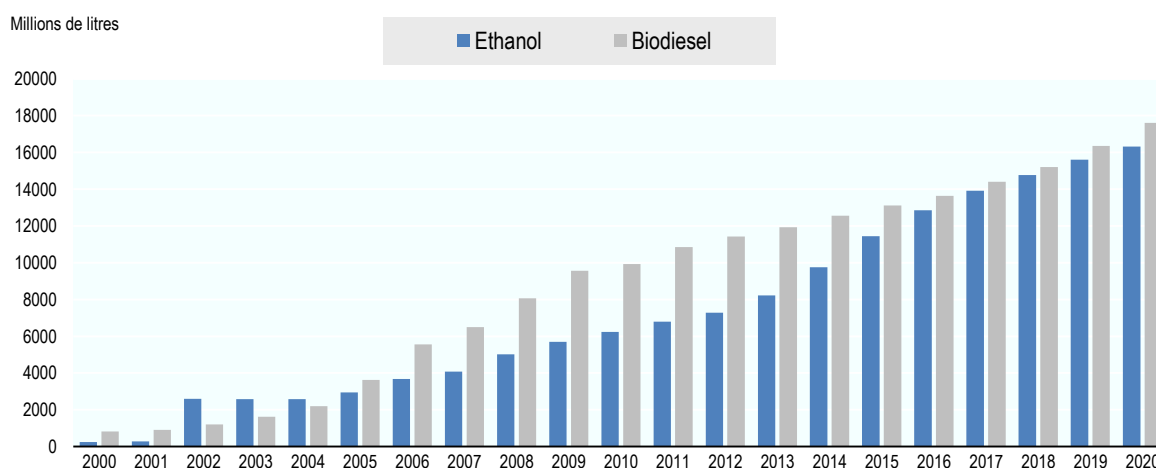
S'agissant de la production de biodiesel, la norme RFS2 a réévalué le volume de consommation de ce dernier, de 3,8 à 4,8 milliards de litres pour l'année 2012. Malgré une chute de la production américaine en 2009 et 2010, les Etats Unis devraient disposer des infrastructures nécessaires pour accroître nettement cette production. Selon les dernières prévisions de la FAO-OCDE (2012), le suif et d'autres corps gras animaux devraient représenter une part conséquente dans la production future.

### 2.2.3 L'Europe.

Leader du marché du biodiesel, la production européenne a été multipliée par onze en l'espace de dix ans ; passant de 0,812 million de litre en 2000 à 9,56 millions de litres en 2009. Cet engouement pour le biodiesel vient de la spécificité du marché européen des carburants routiers dominé par le gazole. Depuis vingt-cinq ans, la part de consommation du gazole dans les transports routiers a plus que doublé, portée d'une part par la multiplication par trois du taux de diésélisation du marché des véhicules particuliers (de 15 % en 1985 à 75 % en 2005<sup>27</sup>), et d'autre part, par la croissance du trafic routier de marchandise dans l'Union européenne.

En dépit d'un retard certain par rapport aux deux géants brésilien et étatsunien en matière de biocarburants, la Commission de Bruxelles proposait dès 2001 un plan d'action pour la promotion de biocarburants et carburants de substitution dans les transports routiers. En 2003, l'Union se dote d'une directive<sup>28</sup> qui donne les moyens nécessaires au secteur pour se développer (Cf., Chapitre 2 : Les politiques de soutien des biocarburants). Depuis, la production de biocarburants de l'Union Européenne est passé de 4,2 Milliards de litres en 2003 à 16,15 Milliards de litres en 2010<sup>29</sup>, soit elle a quadruplé.

**Graphique 5 : Evolution et perspectives de production des biocarburants en Europe.**



Source : Base de données en ligne : perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020. Disponible sur : <http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=30104&vh=0000&vf=0&l&il=blank&lang=fr>

<sup>27</sup> IFP (2005). Les carburants routiers en Europe : l'explosion de la demande en gazole. Lyon : IFP – panorama, 2005. Disponible sur : <http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/publications/notes-de-synthese-panorama/panorama-2005>

<sup>28</sup> La directive sur la fiscalité de l'énergie. Directive 2003/96/CE. Disponible sur : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:283:0051:0070:FR:PDF>

<sup>29</sup> Base de données en ligne : perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020. Disponible sur : <http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=30108&vh=0000&vf=0&l&il=blank&lang=fr>

La suite de l'évolution du marché des biocarburants dans les prochaines années en Europe se fait sous le régime de la Directive des énergies renouvelables de 2009, qui en plus des objectifs quantitatifs, met l'accent sur leur caractère environnemental. Pour que les biocarburants soient comptabilisés dans cet objectif, ils doivent permettre de réduire d'au moins 35 % les émissions de GES leurs matières premières utilisées ne doivent pas être issues de terres de grande valeur en termes de diversité biologique<sup>30</sup>, ni provenir de terres présentant un important stock de carbone ou de tourbières.

**Tableau 4: Production des biocarburants dans l'Union européenne en 2009.**

<b>Pays</b>	<b>Production (ktep)</b>	<b>Part en pourcentage (%)</b>
<b>Allemagne</b>	2647	27
<b>France</b>	2383	24
<b>Espagne</b>	1003	10
<b>Italie</b>	694	7
<b>Belgique</b>	444	4
<b>Pologne</b>	381	4
<b>Autriche</b>	368	4
<b>Autres</b>	2034	20
<b>Total de l'UE</b>	9954	

Source : Plateforme de biocarburants 2010. Disponible sur : <http://www.plateforme-biocarburants.ch/accueil/index.php>. (Consulté le 01/06/2012).

Comme nous pouvons le voir sur ce tableau, la production européenne de biocarburants est concentrée dans trois pays. En 2009, l'Allemagne et la France, premiers producteurs européens, ont produit respectivement 27 %, et 24 % de l'ensemble de la production de l'Union européenne. L'Espagne occupe la troisième position avec 10 % du marché européen.

Par ailleurs, d'après les projections faites par la FAO et l'OCDE (graphique 5), la production d'éthanol en Europe devrait croître plus rapidement pour atteindre un niveau de production similaire à celui du biodiesel. Cependant ces projections pourraient être révisées en cas de perturbation du marché agricole comme celles qu'on a connu en 2008.

<sup>30</sup> Valeur de diversité biologique : forêt non perturbée par une activité humaine importante, zone affectée à la protection de la nature ou d'écosystème, prairies naturelles présentant une grande valeur sur le plan de biodiversité.



## **2.3 Les nouveaux acteurs du marché des biocarburants.**

Des pays de tous les continents se sont impliqués dans la production de biocarburants, certains d'entre eux affichent des taux de croissance considérables. En fonction des potentialités agricoles et des politiques mises en œuvre, les stratégies de développement des biocarburants sont différentes d'un pays à un autre.

### **2.3.1 Les pays du continent américain hors Etats Unis et Brésil:**

L'essentiel de la production de biocarburants du continent américain en 2009 concernait le Canada, l'Argentine, et dans une moindre mesure le Chili et le Mexique (OCDE FAO 2010, 2011, 2012).

Producteur d'éthanol depuis le début des années 1980, le Canada est considéré comme l'un des pays les plus avancés en matière de biocarburants (IFP 2012)<sup>31</sup>. En 2003, le gouvernement canadien avait lancé un programme d'expansion du marché d'éthanol et de soutien à la construction de bioraffineries. En 2007, le gouvernement canadien a mis en place un programme de soutien aux biocarburants qui se déploie en quatre volets : la réduction d'émissions de GES, favoriser une production accrue des biocarburants, promouvoir la commercialisation de nouvelles générations de biocarburants, et ouvrir de nouveaux marchés pour les agriculteurs et les collectivités locales<sup>32</sup>. Ce programme consistera à investir 1,5 milliard de dollars canadiens sur une période de 9 ans à partir de 2008. Le gouvernement fédéral a fixé des niveaux incitatifs d'incorporations de 5 % d'éthanol et de 2 % de biodiesel<sup>33</sup>. Toutefois, certaines provinces se sont fixé des objectifs plus ambitieux en matières de consommation d'éthanol, notamment en Saskatchewan 7,5 %, au Manitoba 8,5 %, et enfin, 5 % en Colombie-Britannique et en Ontario (ACCR 2010)<sup>34</sup>. Par ailleurs, seuls la Colombie-Britannique et le Manitoba se sont dotées d'un programme de soutien de promotion pour le biodiesel.

---

<sup>31</sup> IFP (2012). Le point sur les biocarburants : progression des marchés nationaux et internationaux. Lyon : IFP Panorama, 2012.

<sup>32</sup> Gouvernement du Canada (Site officiel du des ressources naturelles Canada) (2010). EcoEnergie pour les biocarburants. En ligne. Disponible sur : [www.rncan.gc.ca](http://www.rncan.gc.ca).

<sup>33</sup> Les niveaux d'intégration sont exprimés en volume.

<sup>34</sup> Association canadienne des carburants renouvelables (ACCR) (2010). Au-delà du pétrole : assurer notre avenir énergétique. In : Stratégies provinciales sur les carburants renouvelables, p7. Disponible sur : <http://www.greenfuels.org/uploads/documents/crfareportcardfrenchfinal.pdf>

Après avoir commencé à utiliser l'orge comme matière première, celui-ci a cédé le pas pour le maïs et dans une moindre mesure pour le blé. Toutefois, l'utilisation de biomasse devrait occuper une place grandissante dans les années à venir.

Depuis 2005 la capacité de production d'éthanol a fortement augmenté, enregistrant une croissance de 150 % par an entre 2005 et 2010<sup>35</sup>. De la même manière la production d'éthanol – essentiellement dérivée de maïs – a plus que triplée durant cette même période pour atteindre 1,6 milliard<sup>36</sup> de litres en 2010. La production de biodiesel est moins importante, elle ne s'élevait qu'à 314 millions de litres en 2010. Fait marquant, la majeure partie de cette production a été générée à partir de graisses animales transformées et d'huiles de cuisson usées.

L'Argentine ne produisait quasiment pas de biodiesel au début de l'année 2007, pourtant en 2010, ce pays est devenu le quatrième producteur mondial de biodiesel, avec une production de 1,9 milliards de litres dépassant les Etats-Unis<sup>37</sup>, tout en restant derrière l'Allemagne, la France et le Brésil. L'Argentine premier exportateur d'huile de soja – matière première utilisée dans la fabrication de biodiesel argentin – s'est convertie à la production de biodiesel afin de valoriser ses ressources agricoles.

Dans un contexte mondial de forte demande de biodiesel, tous les facteurs étaient réunis pour faire de l'Argentine un gros producteur de biodiesel. En effet, pour les producteurs de soja argentins, l'engagement dans la production de biodiesel s'est fait aisément. Ces derniers maîtrisaient parfaitement la production de matières premières (soja), affichaient les meilleurs rendements au niveau mondial, et bénéficiaient en prime des infrastructures déjà existantes pour l'exportation (réseaux de transport, ports). Il leur suffisait au final de se doter d'une usine de transformation pour conclure la production de biodiesel. Conscient de cette opportunité, dès 2007, le gouvernement argentin a mis en place un programme pour accompagner la production nationale de biodiesel et facilitant même l'exportation. En effet, tandis que l'huile de soja est imposée à hauteur de 32 % pour accéder aux marchés

---

<sup>35</sup> Association Canadienne des carburants Renouvelables ACCR (2010). Au-delà du pétrole : assurer notre avenir énergétique. In : L'industrie canadienne d'éthanol, p 27. Disponible sur : <http://www.greenfuels.org/uploads/documents/crfareportcardfrenchfinal.pdf>

<sup>36</sup> Base de données en ligne : perspectives agricole de la FAO et l'OCDE 2011-2020.

<sup>37</sup> Ce classement s'explique aussi par la baisse de production biodiesel étatsunienne en 2010.

internationaux, le biodiesel profite d'un taux de 5 %<sup>38</sup>. Malgré l'entrée en vigueur d'une loi d'obligation de mélange de 5 % de biodiesel au carburant fossile, la production de biodiesel argentin devrait rester tournée vers l'exportation. Ainsi, le nombre de bioraffineries est passé de 6 unités en 2006 à 38 unités en 2012, faisant passer la capacité de production annuelle, de 175 millions de litres à 4,4 milliards de litres. Alors que la production était exclusivement réservée à l'exportation, dans un premier temps, la part de la consommation nationale augmente considérablement. En 2012, plus de 41 % de la production argentine a été consommé au niveau national. Malgré l'augmentation du marché national, les quantités exportées restent plus importantes et leur niveau est en constante hausse.

Par ailleurs, le Mexique et le Chili viennent s'ajouter, depuis peu, aux producteurs de biocarburants latino-américains. Leur volume de production reste marginal comparé au niveau de production des régions que nous avons vue précédemment, mais plusieurs signes manifestés récemment confirment la volonté de ces pays de se hisser dans la course aux biocarburants. Depuis 2008, le gouvernement mexicain délivre des permis aux compagnies pour produire les biocarburants. Le Chili où les conditions climatiques se prêtent à la culture de soja, développe pour sa part des programmes de recherche.

### **2.3.2 Les pays du continent asiatique.**

La production de biocarburants sur le continent asiatique est plus récente. Le rythme de croissance économique que connaissent les pays asiatiques depuis ces trente dernières années s'est accompagné d'une forte augmentation de la consommation d'énergie. En 2010, quatre des cinq plus gros pays consommateurs d'énergie dans le monde se trouvaient en Asie<sup>39</sup>. Pour la première fois, la Chine est devenue le plus gros consommateur mondial d'énergie avec 20 % la consommation mondiale<sup>40</sup>. Les préoccupations énergétiques et les conséquences environnementales qui en découlent ont été les raisons initiatrices de lancement de programme de production de biocarburants en Asie, et ce dès le début des années 2000. Il s'ensuit une très forte augmentation de production jusqu'en 2008. En effet, entre 2000 et 2008

---

<sup>38</sup> Jean Marie (2008). Food, Feed, Fuel, soft Commodities Intelligence. In : Les dessous du biodiesel argentin. Février 2008. Disponible sur : <http://foodfeedfuel.blogspot.com/2008/02/les-dessous-du-biodiesel-argentin.html> (consulter le 01/05/2012).

<sup>39</sup> Dans l'ordre décroissant avec le pourcentage de part de consommation mondiale. Chine (20%), Etats-Unis (19%), Russie (5,8%), Inde (4,4%), Japon (4,2%). Source : BP 2011.

<sup>40</sup> DUDLEY Bob. (2011). BP Statistical Review of World Energy : What's inside ?. Juin 2011. Londres. Disponible sur : [http://www.bp.com/assets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2011/STAGING/local\\_assets/pdf/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_full\\_report\\_2011.pdf](http://www.bp.com/assets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2011.pdf)

la production biocarburants a été multipliée par 32<sup>41</sup>, poussée en partie par une demande étrangère de biocarburants. La crise alimentaire et l'envolée des cours des produits agricoles utilisés dans la production de biocarburants ont eu pour effet, un ralentissement de la cadence de production des bioraffineries asiatiques.

Le niveau de production atteint aujourd'hui par le continent asiatique est la résultante des multiples mesures mises en place par les différents gouvernements dans le but d'encourager la production de biocarburants (Tableau 5). Dès le début des années 2000, des programmes de développement ont vu le jour, notamment en Chine, une disposition qui s'est rapidement répandue sur le continent à partir de 2005.

**Tableau 5 : Panorama des politiques de soutien aux biocarburants.**

Pays	Objectifs	Matières premières utilisées.	Mesures économiques <sup>42</sup> .
<b>Chine</b>	11 % d'énergie renouvelable d'ici 2020. Ethanol : 10 % d'incorporation en mélange d'essence dans certaines provinces.	Ethanol : 80 % de maïs le reste de blé. Manioc et sucre de sorgho en expérimentation.	Ethanol : incitations, subventions et exonérations fiscale pour la production. Biodiesel : exonération d'impôts.
<b>Inde</b>	20 % de biocarburants dans les carburants de transport d'ici 2017. 11,2 millions d'hectares de Jatropha 2012.	Ethanol : cannes à sucre, mélasse, sucre de sorgho. Biodiesel : Jatropha	Ethanol : suppression des droits d'accise. Soutien à l'achat.
<b>Indonésie</b>	2 % en 2010, 3% en 2015, et 5 % en 2025 de mélange de biocarburant domestique aux carburants fossiles.	Ethanol : manioc, canne à sucre. Biodiesel : huile de palme.	Biodiesel : Subventions pour réduire les prix aux niveaux du diesel.
<b>Malaisie</b>	Diesel : Obligation de mélange 5 % de biodiesel.	Biodiesel : huile de palme.	Biodiesel : Plan de subvention et de mélanges au diesel.
<b>Philippines</b>	Biocarburants : Objectifs 5% en 2008, 10 % en 2011. <sup>43</sup>	Biodiesel : huile de coco. Ethanol : canne à sucre.	Ethanol et Biodiesel : exonération fisc. et financement de projet.
<b>Thaïlande</b>	Remplacer 20 % de carburants routiers fossiles, par les biocarburants et le biogaz d'ici 2012.	Ethanol : canne à sucre et manioc. Biodiesel : huile de palme et Jatropha.	Ethanol : Prix incitatifs par l'exonération fiscale.
<b>Japon</b>	50 millions de litres par an en 2011. 6 milliards de litres en 2030.	Biomasse.	Ethanol : subventions à la production et exonérations fiscales.

Source : Compilation des articles suivants :

J. Yan, T. Lin. "Biofuels in Asia". Applied energy, vol. 86, Sup1, 2009/10, P. S1-S10.

<sup>41</sup> BP Statistical Review of World Energy (2011).

<sup>42</sup> J. Yan, T. Lin. "Biofuels in Asia". Applied energy, vol. 86, Sup1, 2009/10, P. S1-S10.

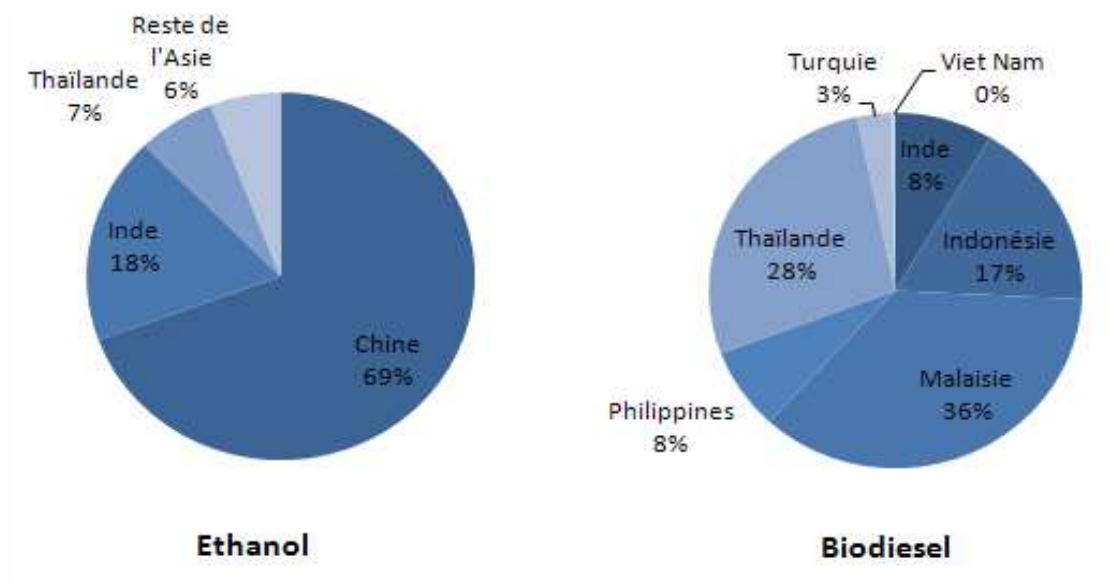
<sup>43</sup> Objectifs fixés par la loi sur les biocarburants « Biofuel Act » de 2006.

Li SZ, Chan-Halbrendt C. Ethanol production in the PRC: potentiel and technologies. Appl Energy 2009, 89 (Suppl.1) ; 69-76.

Transition-Energie.com (2008). Inde : des objectifs ciblés pour les biocarburants. In : Energie renouvelables. 18 septembre 2008. Disponible sur : <http://www.transition-energie.com/inde-des-objectifs-cibles-pour-les-biocarburants/>

Alors qu'actuellement on ne produit que des biocarburants de première génération<sup>44</sup>, plusieurs projets sont en cours de réalisation pour la production de biocarburants avancés (de seconde et troisième génération). L'utilisation de matières premières non-alimentaires par ces derniers, leur procure une attention particulière des gouvernements.

**Graphique 6 : Répartition de la production moyenne de biocarburants en Asie 2008-2010.**



Source : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011.

La Chine suivie de l'Inde sont actuellement les principaux producteurs de bioéthanol en Asie (graphique 6). En 2009, les bioraffineries chinoises et indiennes ont produit plus de 86 % du total de la production asiatique.

Différentes raisons ont convaincu les autorités chinoises de se lancer dans le développement des biocarburants. Le besoin d'afficher son engagement pour le développement des énergies renouvelables<sup>45</sup>, la détermination à revitaliser les zones rurales, l'appétit d'approvisionnement en énergie stimulé par une forte croissance économique et par l'explosion du parc automobile

<sup>44</sup> La production de biocarburants de seconde génération qui ne concerne que quelques pays, comme le Japon, la Chine et la Corée du Sud, n'a pas dépassé le stade expérimental.

<sup>45</sup> Principal émetteur de gaz à effet de serre, la Chine est très critiquée par la communauté internationale pour sa gestion des émissions de gaz à effet de serre.

(Global Subsidies Initiative [GSI], 2008)<sup>46</sup>, sont autant de raisons qui ont motivé le gouvernement chinois à promouvoir le développement de biocarburants.

C'est en 2001, dans la province de Henan que la première bioraffinerie d'éthanol fut construite, avec une capacité de 200 000 t/an – elle n'utilisait que les excédents alimentaires. En 2007, le maïs constituait près de 80 % de la matière première utilisée dans la production d'éthanol, suivie du blé et du manioc avec 15 % et 5 % respectivement (GSI 2008)<sup>47</sup>. En 2009, la Chine est devenue le troisième producteur d'éthanol dans le monde avec une production annuelle de plus de 2 milliards de litres.

Quant à la production de biodiesel, le gouvernement chinois n'a réservé que très peu d'attention. Le plan de développement à moyen et long terme pour les énergies renouvelables prévoit la production de 2 millions de tonnes d'ici 2020<sup>48</sup>. C'est en raison de la situation déficitaire en huiles végétales – principales matières premières du biodiesel – que ces objectifs semblent être désintéressés.

De surcroît, en 2006, la loi sur les énergies renouvelable avait constitué un fond exclusivement réservé aux projets de biocarburants de seconde génération<sup>49</sup>, une démarche accélérée par la crise alimentaire de 2008. L'orientation du 12<sup>e</sup> plan quinquennal (2011-2015) favorable au développement de la seconde génération de biocarburants pourrait faire de la Chine le leader mondial des biocarburants de seconde génération<sup>50</sup>.

Quant à la production de biodiesel sur le continent asiatique, les leaders de la production sont la Malaisie, la Thaïlande et l'Indonésie. L'essentiel de la production de biodiesel asiatique est issu d'huile de palme. En 2007, 88 % de la production mondiale d'huile de palme étaient assurées par l'Indonésie et la Malaisie<sup>51</sup>. Or, en plus de disposer de d'importantes capacités

---

<sup>46</sup> The Global Subsidies Initiative (GSI) of International Institute for Sustainable Development (IISD). Biofuels – At what cost? Government support for ethanol and biodiesel in China. November 2008. Disponible : [http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/China\\_Biofuels\\_Subsidies.pdf](http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/China_Biofuels_Subsidies.pdf). (ISBN: 978-1-894784-24-5).

<sup>47</sup> The Global Subsidies Initiative (GSI) of International Institute for Sustainable Development (IISD). Biofuels – At what cost? Government support for ethanol and biodiesel in China. November 2008. p16.

<sup>48</sup> GSI, 2008. Biofuels – At what cost? Government support for ethanol and biodiesel in China. In: Biodiesel policies. p15.

<sup>49</sup> La loi était prévue pour toute production de biocarburants à partir de matière première non alimentaire, c'est-à-dire que même les projets de première génération n'utilisant pas de matières premières alimentaires pouvaient bénéficier de ce fond spécial.

<sup>50</sup> Selon Michael Christensen, président de Nocozymes Investment Co. Ltd, dans une interview avec le China Daily. Le 15 avril 2011.

<sup>51</sup> USDA Foreign Agricultural Service. Commodity Intelligence Report. Indonesia : Palm oil production prospects continue to grow. December 2007. Disponible sur : [http://www.pecad.fas.usda.gov/highlights/2007/12/Indonesia\\_palmoil/](http://www.pecad.fas.usda.gov/highlights/2007/12/Indonesia_palmoil/)

d'approvisionnement de matières premières, la production de biodiesel asiatique dérivée d'huile de palme jouit d'une compétitivité économique certaine – largement attribuée aux exceptionnels rendements des cultures de palmiers à l'huile. Ces dernières années ont été marquées par un accroissement de la production de biodiesel ou de matières premières pour la production (huile de palme). Cette croissance concerne notamment, la production d'huile de palme d'Indonésie et de la Malaisie, qui exportent vers l'Europe.

Tandis que d'autres matières premières peuvent être utilisées dans la production de biodiesel (Tableau 4) – aux Philippines le biodiesel est produit à partir d'huile de coco<sup>52</sup>- le Jatropha s'impose de plus en plus dans la production de biodiesel (et pas seulement en Asie). Cette tendance est appuyée par la volonté politique de promouvoir les matières premières non-alimentaires. Cependant la part de biocarburants dérivés de Jatropha restera faible comparée aux autres matières premières. Selon la FAO seuls 7 % du biodiesel produit dans le monde en 2020, seront issus de Jatropha<sup>53</sup>.

D'une manière globale, on distingue deux types de stratégies de production de biocarburants en Asie, d'une part des pays dont la production est en grande partie destinée aux marchés locaux, comme c'est le cas en Chine et en Inde. D'autre part, nous avons des pays dont la production est en majorité destinée à l'exportation, c'est notamment le cas de l'Indonésie et de la Malaisie. En 2010, les exportations de biodiesel à partir d'huile de palme de l'Indonésie et de la Malaisie étaient respectivement de 97 % et 84 % (FAPRI-ISU 2011)<sup>54</sup>. La politique nationale des biocarburants de la Malaisie stipule expressément que la production de biocarburants est destinée à l'exportation dans le but d'accroître l'entrée de devises étrangères. Ce phénomène de spécialisation dans l'exportation de biocarburants est récent, de plus en plus de pays en développement étudient la possibilité de développement des biocarburants dans un but d'exportation.

### **2.3.3 L'Afrique.**

Le continent africain n'est pas en reste dans la course au développement des biocarburants. Le développement de biocarburants dans le continent africain se déploie sur plusieurs abords.

---

<sup>52</sup> Cela s'explique par le fait que les Philippines sont les plus gros producteurs d'huile de coco, et second producteur de noix de coco. Le biodiesel produit est unique au monde, il est connu sous l'appellation d'ester méthylique de noix de coco.

<sup>53</sup> FAO et OCDE (2011). Biocarburants, Matières premières utilisées dans la production de biocarburants. In : Perspectives agricoles de la FAO et de L'OCDE 2011-2010. Ch. 3, p 91-107.

<sup>54</sup> Food and Agricultural Policy Research Institute - Iowa State University (FAPRI-ISU). Outlook 2011 World Agricultural Outlook. Disponible sur : <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/>

Tout d’abord, l’alternative énergétique que présentent les biocarburants, anime l’intérêt de plusieurs pays pauvres qui souffrent d’un déficit énergétique. L’espoir de développement du secteur agricole, est aussi un des facteurs qui a poussé nombre de pays africains à s’intéresser à la production de biocarburants.

L’essor des biocarburants en Afrique s’accomplit sous deux formes. La première, sous impulsion gouvernementale avec la mise en place de mesures incitatives à la production – également pour les investissements étrangers – et la consommation de biocarburants (Tableau 6 : exemples de politiques de soutien aux biocarburants). La seconde réside dans la présence d’investissements privés étrangers – de plus en plus nombreux ces dernières années – qui représentent un réel moteur du développement des biocarburants en Afrique.

**Tableau 6 : exemples de politiques de soutien aux biocarburants.**

Pays	Objectifs et cibles	Incitation à la production.	Politique commerciale
<b>Afrique du Sud</b>	Programme sur les biocarburants approuvé en 2007. Propose 2 % de biodiesel et 8 % d’éthanol d’ici 2013.	Soutien à la recherche et la production étatique de biocarburants.	---
<b>Malawi</b>	10 % d’incorporation d’éthanol en fonction de la disponibilité.	Exonérations fiscales.	Régulation des prix et incitations fiscales.
<b>Mali</b>	Incorporation de biodiesel de 10 d’ici 2013, 15 % en 2018 et de 20 en 2023. 25 millions de litres d’éthanol par an entre 2008 et 2023.	Création d’une agence de développement des biocarburants.	---
<b>Mozambique</b>	Programme d’incorporation des biocarburants est approuvé, mais pas encore spécifié.	Soutiens aux producteurs (non spécifiés)	Politique commerciale non spécifiée.
<b>Nigeria</b>	Approbation d’incorporation de 10 % pour l’éthanol et de 20 % pour le biodiesel, en vue de créer la demande nationale.	Classification du secteur des biocarburants comme secteur allié à l’agriculture. Incitations fiscales. Création d’agence de recherche sur les biocarburants.	---
<b>Sénégal</b>	Objectif de production de biodiesel entre 2007 et 2012, d’environ 1 milliard de litre.	Création d’une société anonyme d’exploitation de la filière biocarburant avec 40 % du capital aux sociétés étrangères. Subvention aux intrants et prix garanti.	---

Sources :

OCDE, 2008. Note du club du Sahel et de l’Afrique de l’Ouest (CSAO) : carburants verts, carburants pour le développement. p10.

The World bank (2011), Donald Mitchell. Biofuels in Africa: Opportunities, prospects, and challenges.

Sources citées : NNPC/Nigeria (2007); Mali (2008); MDRA/Sénégal (2007). p84.

Kojima 2010; Kojima, Mitchell, and Ward 2007; LMC International 2009; Renewable Fuels Association 2008 data (<http://www.ethanolrfa.org/>).



Plusieurs raisons justifient l'engagement des pays africains dans la production des biocarburants.

En premier lieu, l'intérêt énergétique qu'offrent les biocarburants. La substitution des biocarburants aux carburants fossiles permettrait d'atténuer les importations d'hydrocarbures dont souffrent la plus part de ces pays. Un argument d'autant plus important que le développement économique et social est souvent conditionné par l'accès à l'énergie. Toujours dans cette logique, la filière d'huile végétale pure<sup>55</sup> apporte une solution énergétique concrète et économique aux régions rurales éloignées, peu desservies par les réseaux de distribution d'énergie (électricité et carburants).

En second lieu, une production de biocarburants reviendrait à valoriser le potentiel agricole du continent africain. Plusieurs travaux font état d'un important potentiel de terres agricoles cultivables non-cultivées en Afrique de l'Ouest (FARM (2008)<sup>56</sup>, Roudart, L. (2010)<sup>57</sup>). La mise en cultures de ces terres – pour la production de matières premières de biocarburants – ouvre une opportunité de création d'emplois, de développement du secteur agricole et de croissance économique. Dans une moindre mesure, l'aspect environnemental des biocarburants est surtout avancé par les gouvernements afin d'afficher le label écologique des projets et profiter ainsi de l'appui financier des institutions internationales (ex : les projets MDP (Voir chapitre 4 : Les implications environnementales des biocarburants)).

Comme nous l'avons dit précédemment l'avenir des biocarburants sur le continent africain, se fera aussi par la contribution d'investissements privés étrangers. En plus d'apporter les capitaux, ces derniers apportent également un savoir-faire indispensable à la production ; tant au secteur agricole (technologies, graines...etc.) qu'au secteur industriel (bioraffineries).

---

<sup>55</sup> L'huile végétale pure (HVP) est un biocarburant destiné à remplacer le diesel, obtenu par extraction mécanique à froid (pression à froid), décantation, et filtration de plantes oléagineuses, sans solvants, ni modification chimique (Energies et Agriculture 2007). Cette filière ne nécessitant pas de gros investissements, ni de techniques particulières pour la production, est facile à mettre en place dans les régions rurales. De plus, les tourteaux issus de la fabrication de ce biocarburant sont riches en protéine et acide gras insaturés, valorisés en alimentation animale.

<sup>56</sup> Blein, R., Soulé, B., Faivre-Dupaigre, B., Yérima, B. (2008). Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Paris : Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde (FARM), février 2008, 116. Disponible sur : [http://farm2.ecritel.net/IMG/pdf/etudepotentialites\\_rapport.pdf](http://farm2.ecritel.net/IMG/pdf/etudepotentialites_rapport.pdf)

<sup>57</sup> Roudart, L. (2010). Terres cultivables non cultivées : des disponibilités suffisantes pour la sécurité alimentaire durable de l'humanité. Centre d'études et de prospective – Analyse, N°18, mai 2010, p 7. Disponible sur : <http://agrest.agriculture.gouv.fr/publication/analyse/>

Par ailleurs, les conditions du marché international des biocarburants, marqué par un accroissement de la demande des pays développés, poussent certains investissements vers une production tournée exclusivement à l'exportation.

Comme nous pouvons le voir dans le tableau ci-dessous (Tableau 7), de nombreux projets ont été annoncés ou réalisés ces dernières années. Les informations relatives aux quantités susceptibles de provenir de ces investissements ne sont pas précises. Le plus souvent, les informations de ce type d'investissements sont reliées par des journaux ou des sites internet. De la sorte, il est difficile d'avoir des chiffres concrets sur la production d'un pays ou du continent africain dans son ensemble.

**Tableau 7 : Quelques exemples de projets d'investissement en Afrique.**

Pays	Investisseurs	Production/superficie	Matières premières
<b>Burkina Faso</b>	Agro Énergie Développement (AgroEd) (Fr) DAGRIS (Fr).	200 000 ha de	<i>Jatropha curcas</i>
<b>Côte d'Ivoire</b>	21st Century Energy (Us) Green Oil Jatroci	produire 3,5 milliards de litres d'éthanol par an aussi pour l'exportation.	maïs, canne à sucre, sorgho doux, graine de coton, résidus de noix de cajou
<b>Guinée</b>	Ingermas (Esp)	100 000 ha	<i>Jatropha curcas</i>
<b>Ghana</b>	Constran S. A (Bra) en partenariat avec la Northern Sugar Resources Ltd du Ghana.	75 000 m3 en 2010 pour le marché suédois.	Canne à sucre
<b>Mali</b>	Accord entre les autorités et Agro Ed (Fr).	30 000 ha	---
<b>Nigéria</b>	Viscount Energy (Chn)	---	Canne à sucre et manioc

Source : OCDE 2008.

On remarque que la majorité des investissements étrangers réalisés portent sur la production d'éthanol. En effet, bon nombre des exportations en partance du continent africain profitent d'accès privilégiés aux marchés européens et américains<sup>58</sup>. Cette ouverture profite essentiellement aux exportations d'éthanol qui souffrent de droit de douanes plus élevés comparé au biodiesel (voir commerce des biocarburants). Par ailleurs, la compétitivité du biodiesel des pays asiatiques issu d'huile de palme désavantage une production africaine dont les matières premières (Jatropha) n'égalent pas les rendements de l'huile de palme.

Si on devait faire une estimation de la production actuelle ou future de biocarburants, on pourrait prendre pour référence les acquisitions de terres agricoles faites ces dernières années

<sup>58</sup> Les différents accords commerciaux préférentiels avec les pays en développement. Voir chapitre 2 : Les politiques de soutien au développement des biocarburants.

pour la production de biocarburants. En 2011, le journal britannique *The Guardian* révélait qu'une cinquantaine d'entreprises européennes avaient acquis 3,2 millions d'hectares dans vingt pays africains pour la production de biocarburants. Si ces investissements venaient à se réaliser, la production du continent africain serait considérable.

### **3 Commerce des biocarburants :**

Au-delà des marchés nationaux que nous avons présentés plus haut, très tôt dans les années 2000, un marché international de biocarburants s'était mis en place. D'une part, les pays importateurs sont souvent ceux qui se sont fixé des objectifs ambitieux, sans avoir les ressources agricoles nécessaires ou bien n'ont pas des capacités productive suffisantes (manque d'investissement dans le secteur de transformation bioraffineries). D'autre part, les pays exportateurs sont ceux qui disposent de ressources suffisantes pour qu'une partie au moins de leur production soit exportée.

Les échanges internationaux de biocarburants ont progressé tout au long de cette dernière décennie. En 2012, les échanges d'éthanol ont atteint 5,5 milliards de litres, tandis que pour le biodiesel 2,37 milliards de litres ont été échangé. Encore que, la diversité des contextes de production et l'absence de réglementation internationale claire entravent le commerce mondial des carburants renouvelables.

#### **3.1 Le cadre commercial et réglementaire des biocarburants.**

##### **3.1.1 Le régime de l'OMC.**

Actuellement il n'existe pas de classification claire pour les biocarburants dans les régimes commerciaux de l'Organisation mondiale du commerce (OMC). Par conséquent, le commerce des biocarburants obéit aux règles des différents accords commerciaux – du GATT et de l'OMC – qui existent pour les autres biens qui sont susceptibles de concerner les biocarburants. Outre, les règles de l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce, on retrouve : l'Accord sur l'agriculture, l'Accord sur les obstacles techniques au commerce, l'Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires et l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires (FAO 2008<sup>59</sup>).

---

<sup>59</sup> FAO 2008. Les biocarburants et l'Organisation mondiale du commerce. In : La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture Le biocarburants : Perspectives, risques et opportunités. Rome : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, 80, ISSN 0251-1460, p60.

Le Système harmonisé<sup>60</sup> établi par l'Organisation mondiale des douanes, classe l'éthanol et le biodiesel dans deux catégories différentes. D'un côté, l'éthanol est classifié comme étant un produit agricole – obéit donc au régime de l'Accord sur l'agriculture de l'OMC – offrant la possibilité aux agriculteurs de se protéger par des droits de douane plus élevés. De l'autre côté, le biodiesel est considéré comme étant un produit industriel n'obéissant pas à l'Accord sur l'agriculture, de sorte que les droits de douane sont généralement plus bas.

Les débats continuent sur le régime tarifaire à appliquer aux biocarburants dans le commerce international. Doivent-ils être considérés comme un bien agricole, industriel ou environnemental ? Selon la disposition des membres, les avis sur cette question divergent. Les pays exportateurs, sont habituellement favorables à la classification des biocarburants dans la catégorie « biens environnementaux », afin de profiter d'une réduction ou élimination des droits de douane. C'est notamment le cas du Brésil qui a exercé des pressions durant les négociations commerciales multilatérales du cycle de Doha. En revanche, les pays producteurs comme les Etats-Unis ou l'Union européenne sont moins favorables puisqu'ils exposent leurs agriculteurs à la concurrence. Pour cela ils avancent l'argument selon lequel ils considèrent que les bienfaits environnementaux d'aujourd'hui peuvent ne plus l'être dans cinq ans.

Actuellement, l'OMC exige à ces membres l'application des droits de douane correspondants à de proches substituts, faute de quoi les pays s'exposent à des poursuites.

### **3.1.2 Les régimes commerciaux régionaux.**

A défaut d'un régime spécifique pour le commerce des biocarburants, les tarifs douaniers appliqués sont souvent utilisés pour défendre les intérêts nationaux. La plupart des pays producteurs protègent leur agriculture ou leur industrie en appliquant des tarifs douaniers élevés.

Comme nous pouvons le voir sur le tableau ci-dessous (Tableau 8), les pays développés, appliquent des tarifs douaniers assez élevés pour l'importation d'éthanol, comparé au Brésil, qui lui, applique des tarifs douaniers selon la clause de la nation la moins favorisée (FAO 2008). Persuadé de son avantage compétitif, le Brésil ouvre ses frontières. Par contre, les

---

<sup>60</sup> Système harmonisé : nomenclature internationale établie par l'Organisation mondiale des douanes, qui comporte des positions à six chiffres permettant à tous les pays participants de classer sur une base commune les marchandises entrant dans les échanges. Au-delà des six chiffres, les pays ont la faculté d'établir au niveau national des distinctions pour les droits de douane et pour de nombreux autres usages. Source : Glossaire OMC.

autres régions productrices (ex : Etats-Unis et Union européenne) appliquent des droits de douanes élevés pour protéger leurs économies (secteur agricole et industriel) qui ne bénéficient pas des mêmes avantages compétitifs (Rendement agricole, disponibilité des terres, avancée industrielle...etc.).

**Tableau 8 : Tarifs douaniers appliqués à l'éthanol (FAO 2008).**

Pays	Tarif NPF (en devise locale au taux ad valorem)	A la valeur pré tarif de 0,5 \$/litre		Exceptions/commentaires
		Equivalent ad valorem (pourcentage)	Equivalent taux spécifique	
<b>Australie</b>	5 pour cent +0,38143 \$ australien / litre	51	0,34	Etats-Unis d'Amérique, Nouvelle-Zélande
<b>Brésil</b>	0 pour cent	0	0,00	Au lieu de 20 pour cent en mars 2006.
<b>Canada</b>	0,0492 dollar canadien / litre	9	0,047	Partenaires de l'ALE
<b>Suisse</b>	35 FS/100 kg	46	0,232	UE, SGP
<b>Etats-Unis d'Amérique</b>	2,5 pour cent + 9,54 dollar EU/gallon	28	0,138	Partenaires de l'ALE, partenaires de la CBI
<b>Union européenne</b>	0,192 euro/litre	52	0,26	AELE, SP

Notes : Aux fins de la nomenclature commerciale l'éthanol est classifié sous la cote HS 2207.10, alcool éthylique non dénaturé. Les tarifs indiqués sont les taux au 1<sup>er</sup> janvier 2007.

NPF = nation la favorisée ; ALE = Association européenne de libre-échange ; SGP = système généralisé de préférences ; CBI = Caribbean Basin Initiative.

Source : Steenblik, 2007.

Cependant, certains pays en développement profitent d'un accès privilégié aux marchés américain et européen, par le biais d'accords et d'initiatives commerciales préférentielles. Ainsi, une partie des importations européennes de biocarburants entrent dans le cadre ces accords comme le Système généralisé de préférence (SGP), le règlement dit « Tout sauf les armes », ou encore le Cotonou (FAO 2008). De la même manière, les Etats-Unis disposent d'accords commerciaux avec les pays des Caraïbes (l'Initiative pour le bassin des Caraïbes) ou encore d'Amérique du Sud (Accord de Libre-échange négociations en cours).<sup>61</sup>

Outre le fait que ces conditions créent des problèmes de distorsion au commerce – en désavantageant les pays en développement qui ne sont pas concernés par ces accords – les importations sont très souvent sujettes à des restrictions quantitatives. A titre d'exemple, le volume d'importation d'éthanol en provenance des pays membres de l'Initiative pour le bassin des Caraïbes est exonéré lorsqu'il ne dépasse pas les 7 % de la production américaine.

<sup>61</sup> Nous reviendrons plus en détails sur ces accords commerciaux dans le chapitre 2 : Les politiques de soutien aux biocarburants.

Au-delà de ce niveau, les importations subissent les droits de douane en vigueur pour les autres régions. (Voir chapitre 2 : Les politiques de soutien aux biocarburants).

Les régimes commerciaux relatifs aux biocarburants font face à de nombreuses distorsions. L'absence de réglementation claire pour le cas des biocarburants au sein de l'OMC et les nombreux dispositifs de soutien à l'agriculture et à l'industrie pour le développement des biocarburants ; sont autant d'éléments qui freinent les échanges commerciaux des biocarburants, souvent au détriment des pays en développement.

En dépit de cette confusion réglementaire, les échanges commerciaux ont continué de progresser tout au long de la période passée. Nous allons voir dans ce qui va suivre, comment s'organisent les échanges commerciaux d'éthanol et de biodiesel entre les différents acteurs du marché mondial.

## **3.2 Le commerce d'éthanol.**

### **3.2.1 Les pays exportateurs.**

Les échanges commerciaux de l'éthanol carburant ont évolué progressivement au rythme de la production mondiale. Dès le lancement des premiers programmes de développement de biocarburants européens et américains, le Brésil s'est imposé comme principal fournisseur. L'avance de l'industrie brésilienne de l'éthanol – acquise avec le programme « Proalcool » depuis les années 1970 – et la disposition de l'industrie sucrière à accroître la production, notamment grâce au fort potentiel agricole de production de canne à sucre ont permis aux bioraffineries brésiliennes de répondre rapidement à la demande internationale d'éthanol.

Tel qu'indiqué dans le tableau ci-dessous (Tableau 9), le Brésil domine les exportations mondiales tout au long de la période considérée. La Chine est le second exportateur net avec un volume nettement inférieur. En 2011, les exportations brésiliennes représentaient près de 93 % des exportations mondiales, contre seulement 7 % pour la Chine.

Pourtant, en 2010, l'augmentation brutale des prix du sucre brut ainsi que la montée du real au Brésil ont infligé une perte de compétitivité à l'éthanol brésilien (IFP énergie nouvelle 2012). Cette même année, l'éthanol américain issu de maïs profitait quant à lui d'une baisse du dollar américain, devenant ainsi plus compétitif que l'éthanol de canne à sucre brésilien. Aussi, en 2010, et pour la première fois, les Etats-Unis ont été exportateurs nets d'éthanol, situation rendue possible grâce à l'importante capacité de production dont disposent les industries d'éthanol américaines (tableau 9).

Par ailleurs, on s'attend à un accroissement de la production d'éthanol dans les pays en développement, notamment certaines régions d'Asie et d'Amérique du Sud, qui pourraient participer à termes au marché international d'éthanol.

D'après les différentes projections de la FAO et de l'OCDE (FAO et OCDE, 2009, 2010, 2011, 2012), le leadership du Brésil sur le marché international devrait perdurer durant les dix prochaines années.

**Tableau 9 : Commerce et prix mondiaux de l'éthanol.**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Exportateurs nets (million gallons).</b>								
<b>Brésil</b>	<b>720</b>	<b>867</b>	<b>930</b>	<b>1 039</b>	<b>908</b>	<b>687</b>	<b>925</b>	<b><u>1 368</u></b>
<b>Chine</b>	38	267	34	28	37	80	65	<u>86</u>
<b>Total des exportations *</b>	<b>794</b>	<b>1 134</b>	<b>964</b>	<b>1 068</b>	<b>945</b>	<b>992</b>	<b>990</b>	<b><u>1 454</u></b>
<b>Importateurs nets (million gallons).</b>								
<b>Etats-Unis</b>	<b>150</b>	<b>684</b>	<b>358</b>	<b>421</b>	<b>173</b>	<b>-224</b>	<b>149</b>	<b><u>728</u></b>
<b>Union européenne</b>		<b>48</b>	<b>248</b>	<b>272</b>	<b>213</b>	<b>166</b>	<b>185</b>	<b><u>131</u></b>
<b>Inde</b>	20	1	0	18	73	78	77	<u>2</u>
<b>Japon</b>	129	133	124	120	146	145	173	<u>176</u>
<b>Canada</b>	31	2	105	86	12	22	35	<u>29</u>
<b>Corée du Sud.</b>	61	59	73	77	80	87	108	<u>115</u>
<b>Reste du monde</b>		207	56	75	248	492	264	<u>272</u>
<b>Total des importations*</b>		<b>1 134</b>	<b>964</b>	<b>1 068</b>	<b>945</b>	<b>992</b>	<b>990</b>	<b><u>1 454</u></b>
<b>Prix</b>								
<b>Anhydrous Ethanol Price, Brazil **</b>	1,31	1,73	1,55	1,74	1,65	2,18	1,63	<u>2,05</u>
<b>Ethanol, FOB Omaha</b>	1,80	2,58	2,24	2,47	1,79	1,89	1,97	<u>1,92</u>

Note: 1 gallon = 3,7857 liters; 1 metric ton = 1237,1644 liters.

\* Total net exports are the sum of all positive net exports.

\*\* Represents world ethanol price.

Source: FAPRI-ISU (Food and Agricultural Policy Research Institute – Iowa State University) 2011 World Agricultural Outlook. Base de données en ligne. <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/>

### 3.2.2 Les pays importateurs.

Les pays importateurs d'éthanol sont, en grande majorité, des pays qui ont mis en place des programmes incitants à la consommation d'éthanol – dans le cadre de politique de soutien aux biocarburants – mais ne disposants pas des ressources nécessaires (matière première et capacité de production) pour les atteindre. (Cf. Chapitre 2 : Les politiques de soutien aux biocarburants).

En 2011, les importations d'éthanol des Etats-Unis, de l'Union européenne, du Japon et de la Corée du sud, représentaient plus de 62 % de l'ensemble des importations mondiales (Tableau 9). Ces régions se caractérisent par des objectifs d'incorporation d'éthanol élevés comparés à leur capacité de production. En effet, au vu des limites auxquelles se confronte l'agriculture des pays développés concernés comme les Etats-Unis ou encore les pays européens (Cf., Chapitre 3 : Implications du développement des biocarburants sur le marché agricole), la réalisation des objectifs fixés pour la substitution de l'éthanol à l'essence, d'environ 10 % dans les deux régions d'ici 2020, devra faire appel à l'offre internationale (Cf. Chapitre 2 : Les politiques de soutien aux biocarburants).

### **3.3 Le commerce du biodiesel.**

#### **3.3.1 Les pays importateurs.**

Comme l'éthanol, les échanges commerciaux de biodiesel ont évolué avec le développement des politiques de soutien aux biocarburants et notamment celles établies dans l'Union européenne. Du fait de la particularité de son parc-automobile – majoritairement composé de moteur diesel – l'Union européenne est le premier consommateur de biodiesel dans le monde.

Depuis la mise en place de la première Directive sur les biocarburants (2003/30/CE) en 2003, l'Union européenne a régulièrement eu recours aux importations de biodiesel. En effet, les ressources agricoles européennes sont insuffisantes comparées aux objectifs de consommation fixés par les Directives sur les biocarburants. Dès 2006, la Commission européenne avait mis en exergue dans son rapport, la nécessité de faire appel au marché international pour atteindre l'objectif de consommation 5,75 %. Aujourd'hui, avec un niveau de 10 % d'incorporation de biocarburants d'ici 2020 (Directive de 2009), il semble que la situation déficitaire du marché de biodiesel européen va perdurer dans les prochaines années. (Cf. Chap. 2 ; Impact des politiques européennes).

Par conséquent l'Union européenne est le premier importateur mondial de biodiesel (quasiment la seule région importatrice nette), tout au long de la dernière décennie. En 2011, la quasi-totalité des importations de biodiesel dans le monde étaient effectuées par les pays de l'Union européenne (Tableau 10).

Toutefois, d'autres régions pourraient avoir recours au marché international si les programmes gouvernementaux annoncés pour le développement des biocarburants seraient maintenus.



**Tableau 10 : Commerce et prix mondiaux du biodiesel.**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Exportateurs nets (Million gallons).</b>								
<b>Argentine</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>49</b>	<b>206</b>	<b>343</b>	<b>370</b>	<b>377</b>	<b><u>409</u></b>
<b>Etats-Unis</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>148</b>	<b>307</b>	<b>183</b>	<b>85</b>	<b>-62</b>	<b><u>-100</u></b>
<b>Indonésie</b>	2	14	24	24	21	21	23	<u>26</u>
<b>Malaisie</b>	-	-	29	55	68	34	47	<u>59</u>
<b>Brésil</b>	-1	0	0	-1	0	0	50	<u>77</u>
<b>Total des exportations *</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>284</b>	<b>592</b>	<b>616</b>	<b>562</b>	<b>552</b>	<b><u>626</u></b>
<b>Importateurs nets (Million gallons).</b>								
<b>Union européenne</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>280</b>	<b>515</b>	<b>494</b>	<b>559</b>	<b>489</b>	<b><u>525</u></b>
<b>Japon</b>	4	5	4	4	3	4	1	<u>1</u>
<b>Reste du monde</b>	-18	11	-34	74	118	-53	-55	<u>-55</u>
<b>Total des importations *</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>284</b>	<b>592</b>	<b>616</b>	<b>562</b>	<b>552</b>	<b><u>626</u></b>
<b>Prix</b>								
<b>Central Europe FOB Price **</b>	3,19	3,34	3,77	5,34	3,96	4,21	4,77	<u>4,78</u>
<b>Biodiesel Plant</b>	3,06	3,28	3,45	4,64	3,44	3,62	4,22	<u>4,02</u>

Note: 1 gallon = 3,7857 liters; 1 metric ton = 1136,36 liters.

\* Total net exports are the sum of all positive net exports.

\*\* Represents world biodiesel price.

Source: FAPRI-ISU (Food and Agricultural Policy Research Institute – Iowa State University) 2011 World Agricultural Outlook. Base de données en ligne disponible sur : <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/>

### 3.3.2 Les pays Exportateurs.

L'avènement du marché de biodiesel européen au début des années 2000, a suscité l'intérêt de nombreux pays anciennement producteurs des huiles végétales ou des graines oléagineuses.

Le début des exportations de biodiesel est marqué par les pays d'Asie du Sud-est (Malaisie et Indonésie principalement) exportateurs historiques d'huile de palme. En effet, les cultures d'huile de palme d'Asie du Sud-est profitaient d'un avantage compétitif par rapport aux autres cultures oléagineuses (soja, colza) susceptibles d'être utilisées dans la production de biodiesel au début des années 2000. C'est à cet effet notamment qu'on assiste à la participation anticipée de la Malaisie et de l'Indonésie – leaders mondiaux de l'huile de palme – dans les exportations de biodiesel. Avant l'arrivée des exportations américaines en 2006, seule l'Indonésie était exportateur net (Tableau 10 : Commerce et prix mondiaux du biodiesel).

Parallèlement à l'augmentation des exportations de biodiesel, cette région a vu augmenter les exportations d'huile de palme brute vers l'Europe. Ce phénomène s'explique en partie par la baisse de l'offre alimentaire d'huile de colza sur le marché européen causée par la demande des industries de biodiesel européennes (Cf. Chap. 2 ; impact des politiques européennes sur les PED).

Aujourd'hui devenu le premier exportateur de biodiesel, l'Argentine a connu un cheminement similaire à celui des pays d'Asie du Sud-est. Après avoir approvisionné le marché européen en graines de soja au début des années 2000, les industriels installés en Argentine se sont lancés dans la production et l'exportation de biodiesel à partir de 2007. C'est à partir de cette année que le programme de développement des biocarburants – principalement axé sur la production de biodiesel<sup>62</sup> – a été mis en œuvre. Les nombreux dispositifs de soutien à la production (Cf. Chap. 2 ; L'exemple de l'Argentine) ont permis un accroissement sensible de la production ; passant ainsi d'une production quasi nulle en 2006, à plus de 1,4 milliard de litres en 2010. Pendant les trois premières années qui ont suivi ce programme, la production de biodiesel était exclusivement réservée à l'exportation. Tel qu'indiqué sur le tableau ci-dessus (Tableau 10), les exportations argentines se sont rapidement imposées sur le marché international auprès des exportations américaines. Alors que ces dernières reculent depuis 2009 – pour subvenir à la demande intérieure poussée elle aussi par la norme RFS 2 – les exportations argentines continuent de croître, et ce malgré l'instauration d'un objectif contraignant d'incorporation de biodiesel au carburant domestique depuis 2011.

Par ailleurs, parmi les pays d'Amérique du Sud qui se sont engagés dans la production de biodiesel, le Brésil est devenu depuis peu un exportateur net de biodiesel. Cette situation est le résultat du programme national pour la production et l'utilisation de biodiesel (PNPB), lancé en 2005, ce dernier favorise la production de soja et de biodiesel (Cf. Chap. 2 ; Le cas du Brésil, Soutien à la consommation). Néanmoins, actuellement, seul 2 % à 5 % du gazole (ou diesel) brésilien doit contenir du biodiesel. Si ces niveaux seraient amenés à être relevés, les quantités exportées pourraient être revues à la baisse, puisque la production sera prioritairement destinée au marché intérieur.

---

<sup>62</sup> Ce choix de l'offre de biodiesel résulte de deux faits, le premier est la disponibilité de la matière première (soja) pour la production de biodiesel, et le second est la demande affirmée (en 2007) du marché européen.

### 3.4 L'évolution des échanges commerciaux des biocarburants :

#### 3.4.1 Comparaison des échanges d'éthanol et de biodiesel.

En valeur absolue, les volumes d'échanges d'éthanol sont plus importants comparés au biodiesel, 990 millions de gallons d'éthanol contre seulement 550 millions de gallons de biodiesel. On remarque cependant, que lorsque ces volumes sont ramenés à leur niveau de production mondiale, il apparaît que les volumes de biodiesel échangés constituent une part plus importante. Comme nous pouvons le voir dans le tableau ci-dessous (Tableau 11), la part des échanges mondiaux ramenée au niveau de production mondiale du biodiesel est supérieure à celle de l'éthanol. En 2012 par exemple, 9,9 % de la production mondiale de biodiesel étaient échangés, contre seulement 5,78 % pour l'éthanol.

**Tableau 11 : Evolution des échanges mondiaux des biocarburants comparés à leur production.**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Ethanol (Milliards de litres)</b>								
<b>Production mondiale d'éthanol</b>	48,4	58,08	72,06	83,64	91,91	99,42	105,61	113,16
<b>Echanges mondiaux d'éthanol</b>	2,96	3,94	3,78	5,4	3,48	2,5	4,81	6,54
<b>Part en pourcentage</b>	<b>6,11%</b>	<b>6,78%</b>	<b>5,25%</b>	<b>6,45%</b>	<b>3,79%</b>	<b>2,51%</b>	<b>4,56%</b>	<b>5,78%</b>
<b>Biodiesel (Milliards de litres)</b>								
<b>Production mondiale de biodiesel</b>	4,85	7,83	10,95	15,82	17,18	19,83	23,58	25,81
<b>Echanges mondiaux de biodiesel</b>	0,06	0	0,9	2,57	1,79	1,97	2,48	2,56
<b>Part en pourcentage</b>	<b>1,15%</b>	<b>0,00%</b>	<b>8,22%</b>	<b>16,27%</b>	<b>10,43%</b>	<b>9,92%</b>	<b>10,52%</b>	<b>9,90%</b>

Source : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Secrétariats de l'OCDE. Données en ligne Statlink. (Adaptation des Graphique 3.2 : évolution du marché mondial du bioéthanol, et Graphique 3.3 : évolution du marché mondial du biodiesel. p93.)

Plusieurs raisons peuvent justifier cette configuration. En premier lieu, comme nous l'avons vu précédemment, classifié comme étant un produit industriel par l'Organisation mondiale des douanes (OMD), le biodiesel profite de droits de douane plus avantageux que l'éthanol. La seconde raison vient du fait que les deux plus gros consommateurs mondiaux (Etats-Unis et Brésil) – qui représentent plus de 70 % de la consommation mondiale – sont aussi les plus gros producteurs mondiaux des matières premières utilisées pour la fabrication d'éthanol. Les Etats-Unis produisent leur éthanol à partir de maïs dont ils sont les plus gros producteurs mondiaux ; de même pour la canne à sucre au Brésil. Aussi, ces matières premières sont parmi les plus compétitives pour la production d'éthanol. De cette sorte, on peut considérer

que la plus grande part du marché de l'éthanol est autosuffisante. Ce qui n'est pas le cas de l'Europe, qui doit faire appel à l'offre internationale, puisque les ressources agricoles ne lui suffisent pas pour subvenir simultanément, aux besoins alimentaires et ceux de la production de biodiesel. Enfin, il y a aussi, l'importante capacité de production des nouvelles installations de transformation (bioraffineries) américaines et brésiliennes, qui permettent de transformer directement les matières premières au niveau national (Cf. Chap. 1 ; Coût de production des biocarburants).

### **3.4.2 Evolutions récentes des échanges.**

Les dernières années ont été marquées par l'arrivée de nouveaux acteurs sur le marché international des biocarburants. Ces derniers sont essentiellement des pays en voie de développement. Les premiers, les pays d'Asie du sud-est : Malaisie, Indonésie, Thaïlande, Philippines ; rejoints ensuite par les pays d'Amérique Latine : Argentine, Brésil, Colombie. Ces derniers pourraient voir leur place affirmée sur le marché, d'autant plus que les bioraffineries<sup>63</sup> d'un certain nombre d'entre eux tournent en deçà de leur capacité. C'est le cas notamment de la Malaisie et de l'Indonésie qui n'utilisaient en 2010, qu'environ 45 % et 10 %, respectivement, de leur capacité de production de biodiesel (OCDE-FAO (2011)). Dans cette catégorie de producteurs émergents, l'exemple le plus marquant est celui de l'Argentine, qui en l'espace de 3 ans est devenu un acteur majeur du marché de biodiesel. Ce pays devrait continuer à jouer un rôle important, selon les prévisions de la FAO sa production de biodiesel devrait représenter 25 % du marché des pays en développement, et de 8 % du marché mondial (OCDE-FAO (2011)).

Par ailleurs, d'autres régions prévoient de se lancer dans la production de biocarburants pour l'exportation – ou d'accroître une production encore trop faible. Plusieurs projets d'investissement dans les pays en développement (notamment en Afrique), ont été annoncés (ou révélés) ces dernières années, mettant en perspective l'exploitation du potentiel agricole des pays en développement pour une production de biocarburants destinée aux marchés des pays développés (Cf. Chap. 3 ; Acquisitions des terres agricoles dans les pays en développement). Si toutefois, ces investissements venaient à être réalisés, les volumes exportés représenteraient une part non négligeable.

---

<sup>63</sup> En effet, les bioraffineries construites ces dernières années sont très souvent de taille importante afin de permettre de réaliser des économies d'échelle. Ces tailles permettent aussi de répondre rapidement à un accroissement de la demande étrangère en cas de besoin et de s'adapter en fonction de l'évolution des prix. (FAO OCDE 2012).

Au total, l'essentiel de la production mondiale des biocarburants est consommé au niveau national (environ 90 %). Les échanges de biocarburants seront amenés à évoluer dans les prochaines années au rythme de la croissance de production des différentes régions que nous avons vu précédemment. Ce rythme sera aussi fonction de l'évolution du cadre commercial et réglementaire des biocarburants qui conditionne particulièrement la participation des pays en développement. Ces derniers ayant les attributs nécessaires pour l'accroissement de la production mondiale ; l'aboutissement des objectifs de consommation des pays développés se fera, en partie, grâce à la production de ces pays.

## **Conclusion**

Si les biocarburants sont destinés à se substituer aux carburants fossiles, les ressources nécessaires à leur production ne restent pas moins agricoles. L'aspect agricole est d'autant plus important, qu'une large part des coûts de production en est imputée. Cette particularité explique les différences de coûts de production qui existent dans les différentes régions du monde. Les conditions climatiques, le type de culture, le coût de main-d'œuvre...etc. évoluent dans l'espace, et conditionnent au même temps, la viabilité économique des biocarburants. Ces facteurs permettent de comprendre, au moins en partie, la répartition actuelle et/ou future de la production des biocarburants dans le monde. Ainsi, on distingue trois pôles de production de biocarburants : le Brésil et les Etats-Unis pour la production d'éthanol, et l'Union européenne pour le biodiesel. Pour autant, dans un contexte de préoccupations énergétique et environnementale, et d'accroissement de la demande internationale de biocarburants, d'autres régions se lancent dans la production de biocarburants. Les marchés émergents se scindent en deux catégories : Les pays souffrant d'approvisionnement énergétique, consacrent la totalité de leur production pour le marché domestique. D'autres pays, font valoir leur potentiel agricole pour approvisionner les marchés internationaux de biocarburants. On assiste ainsi à une internationalisation de la production des biocarburants. Au-delà des difficultés réglementaires que rencontrent les échanges commerciaux des biocarburants, le développement des biocarburants prend une dimension internationale, mêlant l'ensemble des facteurs, et des acteurs liés à cette entreprise.

# Chapitre 2 : Les politiques de soutien aux biocarburants

## INTRODUCTION

Apportant une réponse aux inquiétudes énergétiques, environnementales et aux débouchés agricoles, les biocarburants ont aisément convaincu les gouvernements pour leur venir en aide. La viabilité économique de biocarburants est tributaire des soutiens publics dans la plupart des régions du monde. Dans un premier temps, les filières des biocarburants souffraient des prix de revient élevés comparés à leurs équivalents fossiles – des prix élevés occasionnés en grande partie par les coûts des bioraffineries. Ensuite, quand bien même, les coûts initiaux auraient été amortis au fil du temps. Les récentes évolutions des prix des produits agricoles ont ravivé la fragilité de cette filière. C'est pour pallier à ces fragilités que des mesures ont été instaurées et continuent de l'être actuellement en vue de promouvoir la production et la consommation des biocarburants. Néanmoins, ces mesures ne sont pas sans conséquence, et leurs efficacités sont de plus en plus critiquées.

Ce chapitre vise à mettre la lumière sur les pratiques utilisées et d'analyser leur portée. Nous commencerons par voir un panorama des mesures prises dans le cadre de la promotion des biocarburants. Dans un second temps, nous analyserons les dispositifs mis en place dans l'Union européenne et les Etats-Unis, les deux régions dont l'importance des marchés a une influence internationale. Puis le cas du Brésil une exception, difficile à comparer étant donné les caractéristiques uniques tant géographiques que climatiques. Ensuite, nous verrons les différentes politiques appliquées dans les pays en développement. On se penchera sur l'exemple de l'Argentine pour illustrer cette catégorie. Enfin, après avoir procédé à une analyse des différentes politiques (coût, efficacité énergétique et environnementale), nous analyserons l'impact des mesures prises dans les grands pôles de production – à savoir les Etats-Unis et l'Union européenne – sur les pays en développement.

## 1 Panorama des mesures de soutien :

Le coût élevé des biocarburants les rend tributaires du soutien public. Les outils mis en place diffèrent selon les régions, les pays et les gouvernements. En fonction des dotations factorielles (climat, terres cultivables, technologie, investissement...etc.), des besoins énergétiques, et des régimes politiques en place, les mesures prises prennent différentes directions. Néanmoins la littérature économique distingue trois grandes lignes de mesures politiques (OCDE 2009)<sup>64</sup> :

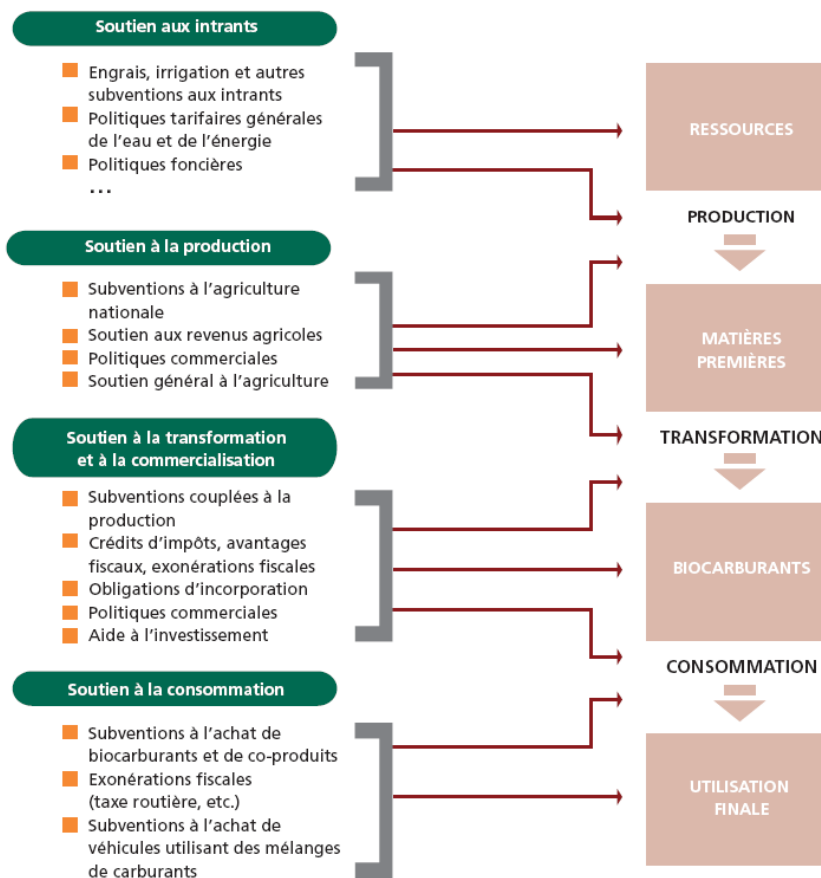
- **Les mesures de soutien budgétaires** : peuvent prendre la forme d'allègements fiscaux octroyés aux raffineurs, aux distributeurs ou aux consommateurs de biocarburants, ou d'un soutien direct à la fourniture de biomasse, aux capacités de production de biocarburants, à la production, à l'incorporation, à des infrastructures ou équipements spécifiques pour les consommateurs de biocarburants. Ces mesures affectent directement le budget public, que ce soit sous forme de pertes de recettes fiscales ou de dépenses supplémentaires.
- **Les prescriptions d'incorporation ou de consommation** : qui exigent le remplacement d'une part ou d'une quantité minimale de carburants fossiles par des biocarburants. Ces mesures n'affectent généralement pas les budgets publics, mais le niveau plus élevé des coûts de production des biocarburants entraîne une hausse des prix payés par le consommateur final.
- **Les restrictions aux échanges** : qui prennent généralement la forme de droits à l'importation, visent à protéger les industries nationales des biocarburants, comme elle peut être destinée à protéger l'agriculture pour la bioénergie. Aussi ces restrictions peuvent se présenter sous forme de normes, ce qui pourrait présenter une barrière non tarifaire. Ces mesures sont justifiées par la fragilité des filières naissantes de biocarburants. Elles entraînent une hausse des prix intérieurs des biocarburants, imposent une charge financière aux utilisateurs nationaux de biocarburants et limitent les perspectives de croissance d'autres fournisseurs.

Certaines de ces mesures peuvent concerner plusieurs étapes de la filière des biocarburants. Pour mieux identifier les différentes mesures destinées au soutien des biocarburants, il convient de scinder ses filières en quatre grandes étapes (Annexe Chapitre 2, Figure 4).

---

<sup>64</sup> La distinction en trois grandes lignes est inspirée du rapport de l'OCDE. OCDE, 2009. Politiques de soutien des biocarburants : une évaluation économique. Paris : OCDE, ISBN 978-92-64-05012-9, 2009, p9.

Figure 4 : Mesures de soutien aux différentes étapes de la filière de biocarburants.



Source : FAO (2008), adapté de Steenblik, R. 2007.

## 1.1 Soutien à la production.

Pour aider la production des biocarburants, les gouvernements ont spécifié des mesures pour le secteur agricole d'une part, et au secteur industriel de transformation d'autre part.

### 1.1.1 Secteur agricole.

Premier maillon de la chaîne de production des biocarburants, le secteur agricole est traditionnellement soutenu et protégé dans les plus part des pays dans le monde et notamment dans les pays de l'OCDE. De ce fait, les aides des politiques agricoles antérieures se confondent par moments avec celles destinées au développement des biocarburants. De nombreuses mesures, telles que les subventions aux intrants intermédiaires, aux engrais, infrastructure...etc. sont accordées aux agriculteurs, ce qui revient à soutenir indirectement la production de biocarburants.

L'avènement des biocarburants, s'est accompagné de mesures supplémentaires afin d'orienter la production agricole – avec des mesures réservées exclusivement l'agriculture énergétique –



ainsi réduire davantage les coûts de production des matières premières. Celles-ci consistent généralement en l'octroi de subventions directes aux agriculteurs par unité de biomasse produite pour la production de biocarburants.

### **1.1.2 Secteur industriel (de transformation).**

Les coûts d'investissement des installations des bioraffineries sont élevés comparés à celles des carburants fossiles. Afin de les réduire, de multiples mesures sont prises par les gouvernements agissant sur différents volets des industries de transformation. Elles peuvent se présenter sous la forme de subvention au capital, des prêts garantis ou à taux réduits, des allègements fiscaux...etc. (OCDE 2007,2009). Aussi, des mesures de protection aux frontières de produits finis sont pratiquées pour favoriser la transformation domestique. Ainsi, la majorité des gouvernements pratiquent des droits de douane à l'entrée, pour protéger la production locale.

### **1.2 Soutien à la consommation.**

Au même titre que le soutien aux infrastructures de production, on retrouve les mêmes mécanismes destinés à alléger les coûts des infrastructures nécessaires à la distribution et la consommation de biocarburants. On retrouve également des mesures telles que des exemptions des droits d'accises, des subventions aux prix, garantie de prix minimum, ou encore le plus souvent des obligations d'incorporation d'un niveau minimum de biocarburants mélangés aux carburants fossiles. Cette dernière mesure permet, en outre, de garantir les débouchés aux producteurs de biocarburants.

### **1.3 Autres mesures de soutien.**

La fragilité de la filière des biocarburants au début des années 2000 – du fait de sa jeunesse – avait poussé de nombreux gouvernements à appliquer des droits de douane à l'importation de biocarburant, ainsi qu'aux matières premières agricoles utilisées dans la production. De plus, on retrouve des barrières non tarifaires qui se présentent le plus souvent sous forme de « normes qualités » et de plus en plus orientés sur l'impact environnemental. Malgré l'existence d'accords internationaux (multilatéraux et bilatéraux) et des instruments privilégiant le libre-échange, dans le cadre de l'OMC notamment, on note plusieurs cas d'exception lorsqu'il s'agit des biocarburants (Cf. Impacts des politiques des Etats-Unis et de l'Union européenne sur les pays en développement).

Par ailleurs, les secteurs de biocarburants bénéficient d'important fonds alloué pour la recherche et développement. Même si les procédés de fabrication de la première génération de biocarburants sont arrivés à maturité, de nombreuses prospections sont en cours, tant sur le volet des matières premières utilisées que sur l'efficacité des procédés de fabrication.

## **2 Les politiques de soutien dans les pays développés (et le Brésil) :**

### **2.1 Les politiques de soutien aux biocarburants dans l'Union Européenne.**

#### **2.1.1 Incitation à la consommation et la production des biocarburants.**

Pour inciter à la consommation des biocarburants au sein de l'espace européen, l'Union européenne s'est dotée dès 2003 d'une Directive sur les biocarburants (2003/30/CE)<sup>65</sup>. Cette directive fixait des « objectifs indicatif » d'incorporation de biocarburants de 2 % (sur la base de teneur énergétique) en 2005 et de 5,75 % pour le 31 décembre 2010<sup>66</sup>. Cette Directive laissait libre choix aux Etats membres des stratégies à mettre en place pour atteindre ces objectifs indicatifs. En avril 2009, le conseil européen a adopté la Directive 2009/28/CE<sup>67</sup> relative à la promotion et l'utilisation des énergies renouvelables approuvée dans le cadre du « paquet énergie climat ». Cette dernière fixe un nouvel objectif de 20% d'énergie renouvelable dans l'ensemble de la consommation de l'UE en 2020. Une part de 10 % est réservée au secteur des transports. En plus des objectifs à atteindre, elle fixe des critères de durabilité du processus de fabrication des biocarburants utilisés dans la consommation de l'Union Européenne y compris les biocarburants importés. Depuis 2007, les préoccupations quant au bilan environnemental des agrocarburants ont poussé les autorités européennes à renforcer les contraintes au sujet du caractère durable des matières premières utilisées pour leur production. C'est dans ce contexte que la Directive de 2009 avait exigé indépendamment du fait que les matières premières soient cultivées ou non dans la zone UE, des conditions pour que les biocarburants soient comptabilisés dans l'objectif de 10 % :

- La réduction des émissions de GES résultant de l'utilisation de biocarburants est d'au moins 35%.

---

<sup>65</sup> La Directive 2003/30/CE du Parlement européen et du conseil du 8 Mai 2003, visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports. Disponible sur : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:123:0042:0042:FR:PDF>

<sup>66</sup> Cet objectif a été repoussé pour 2011.

<sup>67</sup> La Directive 2009/28/CE du parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Disponible sur : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=Oj:L:2009:140:0016:0062:fr:PDF>

- Les matières premières utilisées ne sont pas issues de terres de grande valeur en termes de diversité biologique<sup>68</sup>, de terres présentant un important stock de carbone ou de tourbières.

### **2.1.2 Incitations à la production.**

Parallèlement au soutien à la demande de biocarburants, les autorités avaient élaboré toute une panoplie de mesures pour promouvoir la production de biocarburants.

Pour aider à réduire les coûts de production, des subventions directes au secteur agricole avaient été accordées. Les biocarburants ont bénéficié de subventions dans le cadre de la politique agricole commune (PAC). En 2003 la PAC a connu une réforme en vue d'encourager les cultures énergétiques. Jusqu'en 2008, la séparation des subventions accordées à la nature des cultures a permis aux agriculteurs européens de bénéficier des subventions pour les cultures énergétiques, notamment pour la production de biocarburants. Aussi, les agriculteurs disposaient d'une aide pour les cultures énergétiques (ACE) sous forme d'un paiement à la superficie de 45 euros l'hectare (45 euros par hectare dans la limite de 10 % de terres en jachère dans l'Union Européenne). Cette aide n'est plus accordée depuis 2009<sup>69</sup>.

Mais aussi, des mesures ont été adoptées pour encourager la conversion, production et la distribution des biocarburants sur l'ensemble du territoire européen.

En 2003, a été instauré une directive (Directive 2003/96/CE<sup>70</sup>) autorisant les Etats membres d'user de l'outil fiscal pour le développement des biocarburants. Habituellement les exonérations fiscales sont condamnées par les autorités européennes, considérées comme des aides de l'Etat portant atteinte au principe de la concurrence. Toutefois cette directive autorise la défiscalisation (totale ou partielle) à deux conditions : qu'elle soit soumise à une approbation des autorités européennes et que cette opération ne dépasse pas l'écart avec le

---

<sup>68</sup> Valeur de diversité biologique : forêt non perturbée par une activité humaine importante, zone affectée à la protection de la nature ou d'écosystème, prairies naturelles présentant une grande valeur sur le plan de biodiversité.

<sup>69</sup> Persillet-Shonkwiler, V. (2012). Les agrocarburants de première génération : un bilan mitigé. INRA Sciences Sociales, p. 1- 8.

<sup>70</sup> La Directive 2003/96/CE restructurant le cadre communautaire de taxation des produits énergétiques et d'électricité du 27 Octobre 2003. Disponible sur : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:283:0051:0070:FR:PDF>

coût des carburants fossiles. Depuis décembre 2010, seuls les biocarburants certifiés durables selon les critères de la directive de 2009 (2009/28/CE) sont habilités à exonération<sup>71</sup>.

Enfin, le projet présenté par la Commission européenne en avril 2011 de la directive sur la fiscalité de l'énergie va revoir les fondements des avantages fiscaux prescrits par la directive de 2003, (Directive 2003/96/CE) et donc ceux accordés aux biocarburants. Le projet propose de scinder les taux minimaux en deux catégories : La première fixe un minimum de 20 € par tonne de CO2 émise ; et la seconde basée sur le contenu énergétique est proposée à 9,6 €/GJ pour les carburants et 0,15 €/GJ pour les combustibles<sup>72</sup>. Cette proposition qui devrait entrer en vigueur en 2013, entre dans les nouvelles orientations des politiques de soutien aux biocarburants de la communauté, puisque les aides accordées seront fonction des performances environnementale des biocarburants.

Par ailleurs, les coûts liés à l'investissement initial pour les industries de transformations des biocarburants (raffineries) étant trop élevés, les pouvoirs publics peuvent mettre en place des mécanismes d'allègement des coûts d'investissement. Aussi bien dans le cadre de la politique communautaire de développement rural que dans le cadre de promotion des énergies propres, plusieurs mécanismes ont été déployés : des subventions au capital, prêt garanti, don d'investissement, exonération...etc. En Autriche par exemple, le gouvernement accorde des subventions allant jusqu'à 55 % du coût total d'investissement des unités de production des biocarburants à condition que celles-ci soit détenue à 51 % par des agriculteurs.

### **2.1.3 Protections aux frontières.**

Outre les mesures de soutien à la consommation et à la production des biocarburants que nous avons vus précédemment, figurent aussi des instruments de protection aux frontières. Dans ce cadre, l'Union Européenne applique des droits de douane sur l'importation des biocarburants, ainsi que sur les matières premières destinées à leur production. L'éthanol et le biodiesel sont considérés différemment au regard des échanges internationaux, puisque le biodiesel est considéré comme produit chimique alors que l'éthanol relève des produits agricoles (Cf.

---

<sup>71</sup> Les critères de durabilités sont les suivants :

- Réduction des émissions de GES de 35 % jusqu'en 2017, de 50 % jusqu'en 2018, et de 60 % à compter de cette date.

- Préservation de la biodiversité (zones protégées, respect des écosystèmes et des tourbières)

- Protection de l'air, de l'eau et du sol.

- Respect de l'environnement et de la législation sociale.

<sup>72</sup> Rapport de la cour des comptes (2012). Les données de fait. In : Evaluation d'une politique publique : la politique d'aide aux biocarburants. Paris : Cour des comptes, p45. Disponible sur :

<http://www.ccomptes.fr/Publications/Publications/La-politique-d-aide-aux-biocarburants>

Commerce des biocarburants). De la sorte, les importations d'éthanol (dénaturé ou non dénaturé) sont soumises à des droits de douane allant de 25 % à 45 % ad valorem (compte tenu du prix de gros). Les droits de douane pour l'importation de biodiesel (les huiles végétales « à usage industriel ») varient de 0 % pour les huiles de palme à 3,2 % ad valorem pour les autres huiles.<sup>73</sup>

Les droits de douane imposés à l'éthanol ont longtemps été contournés par le recours aux mélanges à l'essence, pour profiter des tarifs douaniers des produits chimiques plus faibles (de 6,5 % à 10,9 % au lieu des 25 % à 45 %). Les auteurs du rapport de la cour des comptes publié en janvier 2012, estimaient que «...non seulement l'UE, de qui relève exclusivement la définition et la mise en œuvre d'une telle protection (ndlr protection douanière), n'a pas de politique spécifique vis-à-vis des biocarburants, mais de surcroît, la pratique des États membres aboutit, de fait, à un contrôle assez limité et le plus souvent tardif des importations en provenance de pays tiers.»<sup>74</sup>. Cette remarque fait aussi allusion aux importations de biocarburants subventionnés d'outre-Atlantique qui ont longtemps cumulé les avantages offerts par les politiques de soutien des deux côtés. Ce n'est qu'en 2009 que la Commission européenne a pris des mesures anti-dumping à l'encontre des producteurs de biodiesel américains, dont le prix défilait toute concurrence<sup>75</sup>.

Au-delà des mesures douanières visant à protéger le marché européen, cohabitent des régimes préférentiels accordés aux pays en développement. Le système généralisé de préférence (SGP) et les accords d'accès sans droits de douane au pays (ACP) – dans le cadre des accords de partenariat économique (APE) – touchent directement les importations des biocarburants.

Depuis 2008<sup>76</sup>, on remarque une ouverture du marché des biocarburants européens aux pays en développement par le biais de ces accords (ODI, 2008)<sup>77</sup>. Ces derniers concernent essentiellement le Brésil, l'Argentine, l'Indonésie et la Malaisie les principaux exportateurs mondiaux de biocarburants.

---

<sup>73</sup> Rapport de la cour des comptes (2012). Evaluation d'une politique publique : la politique d'aide aux biocarburants, p. 42.

<sup>74</sup> Rapport de la cour des comptes (2012). Evaluation d'une politique publique : la politique d'aide aux biocarburants, p. 42.

<sup>75</sup> Plateforme Biocarburants : La production de biodiesel en Europe. <http://www.pplateforme-biocarburants.ch/infos/eu-biodiesel.php>

<sup>76</sup> Jusqu'en 2007, la stratégie de l'Union européenne était de limiter les importations des biocarburants (dans le cadre de ces accords) aux seuls petits producteurs, afin de préserver les filières européennes de biocarburants trop compétitifs (ODI 2008).

<sup>77</sup> ODI (2008). Biofuels and development: will the EU help or hinder? ODI Briefing Paper, Janvier 2008, n°32, , Londres. Disponible sur : <http://www.odi.org.uk/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/608.pdf>

Depuis le lancement du programme européen du développement de biocarburants, l'ensemble des mesures que nous venons d'exposer avaient pour principalement pour objet de soutenir l'agriculture européenne, de revitaliser les zones rurales et de développer enfin une alternative considérée comme propre pour le secteur énergétique.

## **2.2 Les politiques de soutien aux biocarburants aux Etats Unis.**

La première mesure fut prise en 1978 sous l'administration Carter avec la loi Energy Tax Act, encourageant la production de carburants renouvelables par des exemptions de taxes d'accise pour les carburants mélangés à l'éthanol. Cependant cette quête d'alternative aux carburants fossiles sera rapidement désamorcée par la chute du prix du baril de pétrole au milieu des années 1980.

C'est au début des années 2000, dans un contexte de préoccupations énergétiques et environnementales que les Etats-Unis avaient mis en place un important programme d'appui au développement des énergies renouvelables. Ce programme visant à promouvoir le développement des biocarburants était aussi soutenue par les agriculteurs, pour les débouchés que cette initiative leur offrait.

Les outils déployés par les programmes américains seront comparables à ceux déployés par l'Union européenne que nous avons exposés précédemment.

### **2.2.1 Mesures pour la production : Les mesures fiscales.**

La première mesure qui marque le réengagement des Etats-Unis dans cette voie a été la loi fédérale sur la création d'emplois américains (American Jobs Creation Act). Adoptée en 2004, cette loi accordait un crédit sur la taxe d'accise relative à l'éthanol (Volumetric Ethanol Excise Tax Credit (VEETC)). Mélangeurs et détaillants bénéficiaient d'une réduction des droits d'accise de 0,51 USD par gallon (0,135 USD/litre) pour l'éthanol incorporé à l'essence ; et de 1 USD par gallon (0,264 USD/litre) pour le biodiesel incorporé au diesel. La particularité de cette mesure est qu'elle ne précise ni l'origine ni la destination du biocarburant. Ce qui a incité les mélangeurs américains à importer des biocarburants purs, de les mélanger à une petite quantité de leurs équivalents fossiles et de les réexporter<sup>78</sup>. Cela a

---

<sup>78</sup> Cette mesure va encourager les mélangeurs américains d'exporter les biocarburants (bénéficiant des avantages fiscaux qu'accordent les Etats Unis) vers l'Union européenne qui encourage la consommation de

été particulièrement le cas pour le biodiesel soumis à des droits plus avantageux, comparés à ceux appliqués à l'éthanol (Cette mesure a été reconduite jusqu'en 2011<sup>79</sup>). Par ailleurs, un crédit d'impôt sur le revenu de 10 cents/gallon était accordé aux « petits producteurs »<sup>80</sup> de biocarburants pour les 15 premiers millions de gallons produits, jusqu'au 31 décembre 2010. Ces mesures fiscales constituent l'action principale du gouvernement fédéral apportée du côté de l'offre de biocarburants.

De plus, d'autres attributions ont été mises à la disposition des producteurs de matières premières agricoles et aux industries de transformation. En 2002, la loi sur l'agriculture prévoyait des subventions pour l'appui des producteurs de matières premières agricoles destinées aux bioénergies. Ces soutiens pouvaient prendre la forme de prêts, de subventions et garanties de prêts, de soutien à la recherche et développement et la démonstration, ou encore d'aides aux programmes d'éducation (OCDE 2011<sup>81</sup>). La loi sur la sécurité et l'indépendance énergétique de 2007, prévoyait une enveloppe de 500 millions de dollars pour le développement des biocarburants de seconde génération pour les exercices 2008 à 2015 ; ainsi que 200 millions de dollars pour la subvention des installations de distribution de l'éthanol E85 (FAO (2008)).

D'importants fonds publics ont été mis à la disposition des projets de recherche portant sur la production et la consommation des biocarburants (une politique de soutien plus explicite comparée à la politique européenne).

### **2.2.2 Mesure de soutien à la consommation.**

Afin d'inciter la demande de biocarburants, plusieurs lois ont été instaurées. Dès 2005, la loi sur la politique énergétique (Energy Policy Act) avait pris des mesures pour promouvoir l'utilisation de bioénergie. Mais c'est avec la loi relative à la sécurité et l'indépendance énergétique (Energy Independence and Security Act) votée en 2007, qu'a été défini la réglementation sur les carburants renouvelable (Renewable Fuel Standard 1). Cette dernière fixait un objectif quantitatif d'incorporation des biocarburants dans les carburants vendus aux

---

biocarburants. (Cf. Les politiques de soutien aux biocarburants dans l'Union européenne, Protection aux frontières).

<sup>79</sup> Le VEETC a été prolongé en 2005 par la loi sur la politique énergétique (Energy Policy Act) jusqu'en 2010, ensuite prorogée jusqu'à la fin 2011. (Cours des comptes 2012).

<sup>80</sup> Les textes entendent par « petits producteurs » ceux dont la production ne dépasse pas les 60 millions (OCDE 2011).

<sup>81</sup> OCDE (2011). Politiques en faveur des énergies renouvelables. In : Evaluation des réformes de politiques agricoles aux Etats-Unis. Editions OCDE, 2011, p 125-133. PDF. Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.1787/9789264096752-fr>

Etats-Unis. Modifiée en 2010, cette norme (RFS 2) stipule que l'incorporation des biocarburants devra atteindre progressivement 36 milliards de gallons d'ici 2022. Cette même quantité doit être répartie comme suit : 15 milliards de gallons devraient provenir de carburants renouvelables conventionnels, 21 milliards de gallons de carburants avancés, dont 16 tirés de la biomasse cellulosique et 5 milliards de biocarburants avancés indifférenciés.<sup>8283</sup>

Au-delà des objectifs d'incorporation de biocarburants (36 milliards de gallons) fixés par la norme RFS 2, c'est à l'agence de protection de l'environnement (Environmental Protection Agency – EPA) que revient le rôle de fixer annuellement les niveaux d'incorporation des biocarburants aux carburants fossiles. A titre d'exemple en 2011, l'EPA a fixé le niveau global de biocarburants à 13,95 milliards de gallons, ce quota est réparti à 84 % d'éthanol (à partir de maïs), 10 % autres que le maïs, et à 6 % de biodiesel.

Il est important de noter que cette norme (RFS 2) précise les objectifs à atteindre mais pas les conditions de la production, ce qui laisse sous-entendre un accroissement des importations en cas de besoin. Ces importations pourraient concerner les biocarburants avancés<sup>84</sup>, puisqu'il semble évident que l'objectif de biocarburant de première génération, sera en grande partie satisfait par la production d'éthanol américain issu du maïs.

En plus des mesures fédérales qu'on vient de voir, d'autres ont été prises par différents Etats fédérés. L'octroi d'aides est orienté vers des priorités que peuvent avoir certains Etats pour compléter les politiques fédérales. En plus de l'instauration de norme environnementale – comme cela a été le cas de l'Etat californien avec la norme « *lowcarbon fuel standard* » – des aides supplémentaires sont accordées (généralement des avantages fiscaux) par les Etats fédérés pour le soutien de la production locale (OCDE 2008).

### **2.2.3 Protection aux frontières.**

Parallèlement aux politiques de soutien internes, un dispositif de barrières douanières est instauré pour protéger les filières américaines. Les importations d'éthanol en provenance des

---

<sup>82</sup> L'EPA divise les carburants en quatre catégories : 1 – les carburants renouvelables conventionnels doivent permettre une réduction d'au moins 20 % des GES par rapport à son équivalent fossile. 2 – les carburants avancés doivent permettre une réduction d'au moins 50 % de GES (l'éthanol tiré des plantes sucrières est expressément classé dans cette catégorie). 3 – Cette catégorie relative à la précédente concerne le biodiesel permettant de réduire de 50 % de GES. 4 – les carburants cellulosiques renouvelables doivent permettre une réduction d'au moins 60 % de GES.

<sup>83</sup> 15 milliards de gallons = 56,78 milliards de litres ; 21 milliards de gallons = 79,5 milliards de litres ; 16 milliards de gallons = 60,56 milliards de litres.

<sup>84</sup> Il s'agirait essentiellement d'éthanol de canne à sucre brésilien, puis qu'il est considéré comme étant un biocarburant avancé (permet de réduire plus de 50 % de GES).



pays non membre de l'ALENA sont soumises à des droits de douane de 1,9 % à 2,5 % (OCDE 2009) ; auxquels viennent s'ajouter d'autres droits ou prélèvements de 0,54 USD/gallon dans le cas d'importations profitant de la clause de la nation la plus favorisée<sup>85</sup> (NPF). Par ailleurs, contrairement aux autorités européennes, les Etats Unis font la distinction entre l'éthanol carburant et l'éthanol pour les autres usages. Des prélèvements supplémentaires appelés « accessoires » sont exercés sur l'éthanol carburant. Ces protections visaient principalement les importations d'éthanol brésilien, seul à constituer un réel risque pour la filière d'éthanol américain.

Les importations de provenance des pays membres de l'Initiative du Bassin des Caraïbes sont également exonérées, à partir du moment où les exportations ne dépassent pas les 7 % de la production nationale (G. Sorda et al, 2010)<sup>86</sup>.

## **2.3 Brésil – Politiques de soutien aux biocarburants.**

### **2.3.1 Le programme « Proalcool ».**

Au lendemain du premier choc pétrolier de 1973, les autorités brésiliennes se lançaient dans la production d'éthanol à partir de canne-à-sucre avec un programme appelé « Proalcool ». Ce dernier avait fixé le taux de mélange d'alcool de canne à l'essence à hauteur de 22 %. Pour ce faire, des mesures de soutien pour les producteurs avaient été prévues. Une fixation de prix rémunérateurs pour les agriculteurs et des crédits à taux bonifiés pour les investisseurs. Suite, au second choc pétrolier de 1979, ce programme connaît une deuxième phase avec le lancement de la première automobile à moteur alcool : Une Fiat 147, produite au Brésil, dans la ville Belo Horizonte dans l'Etat Minas Gerais. Cette entreprise gouvernementale avait apporté de très bons résultats, puisqu'entre 1975 et 1985, la production d'éthanol carburant avait été multipliée par vingt. Mais cet essor connaîtra un coup d'arrêt à partir du milieu des années 1980. La chute brutale des cours de pétrole a compromis la compétitivité du prix de l'éthanol, favorisant ainsi la consommation de carburant d'origine fossile. Cette situation persistera, mettant en veille le ce programme. Ce n'est qu'à partir du début des années 2000, que le gouvernement a rétabli les politiques de soutien au développement de l'éthanol.

---

<sup>85</sup> Ce prélèvement est destiné à empêcher l'éthanol importé de profiter du crédit sur la taxe d'accise (VEETC) accordé aux mélangeurs et distributeurs locaux.

<sup>86</sup> G. Sorda et al. (2010). An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, 2010, vol. 38, p 6977–6988.

En effet, l'objectif premier du programme « Proalcool » était de réduire les contraintes d'approvisionnement en énergie par l'extension de la production interne d'éthanol à partir de canne à sucre. Pour cette première période, le gouvernement avait garanti une demande interne stable pour les producteurs de sucre et conclue par la même occasion, des accords avec les constructeurs automobiles pour adapter leur offre de façon à faciliter l'atteinte de l'objectif. Après la chute du prix du baril de pétrole en 1986, l'abolition de l'Institut du Sucre et de l'Alcool<sup>87</sup> en 1990 et la surévaluation du real en 1994, l'éthanol brésilien a vu perdre sa compétitivité face au carburant pétrolier. Malgré cela, une dernière mesure a été tentée par le gouvernement en 1993 pour contenir l'effondrement du secteur d'éthanol carburant, en obligeant l'incorporation de 22 % d'éthanol à l'essence commercialisée. (Cour des comptes 2012).

Fort de son expérience passée, le Brésil relance son programme de développement d'éthanol au début des années 2000. En plus des motivations énergétiques et agricoles qui avaient été le moteur du programme « Proalcool » dans les années 1970, la réduction des émissions de GES feront désormais partie des prérogatives du développement des biocarburants.

### **2.3.2 Soutien à la consommation.**

Pour relancer la consommation d'éthanol, en 2003 les pouvoirs publics ont relevé le niveau d'incorporation de l'éthanol à 25 %. Depuis, le niveau fluctue entre 20 % et 25 % en fonction des conditions du marché. La même année est lancé un programme de promotion des véhicules dits « Flex-fuel », fonctionnant indifféremment à l'essence ou à l'alcool à des niveaux de mélange élevés. L'utilisation de ce type de véhicule permet au consommateur une plus grande liberté dans le choix du carburant, sans contraintes liées au moteur du véhicule. En 2006, 83 % des voitures vendues au Brésil étaient des voitures « Flex-fuel » (Colares, 2008).

Depuis 2004, l'éthanol bénéficie d'un régime fiscal préférentiel. Un dispositif fiscal avantageux a été mis en place par les pouvoirs publics afin de soutenir la consommation d'éthanol. La taxe fédérale relative à l'éthanol s'élève à 0,001 \$/l contre 0,26 \$/l pour l'essence. Il existe aussi la TVA carburant, déterminée par les Etats fédérés est très souvent en faveur de l'éthanol. Premier producteur d'éthanol au Brésil, l'Etat de Sao Paulo a fixé à 22 %

---

<sup>87</sup> L'Institut du sucre et de l'alcool : était chargé de la planification, la mise en œuvre de la production, de la distribution et de la commercialisation de l'industrie. Depuis 1990, ces pouvoirs ont été transférés au secteur privé.

la TVA carburant pour l'éthanol, contre 47 % pour l'essence. Dans l'Etat de Rio de Janeiro, l'écart est moins important, avec 36 % pour l'éthanol contre 50 % pour l'essence.<sup>88</sup>

### **2.3.3 Soutien à production.**

La compétitivité économique acquise par la filière de l'éthanol brésilien lors du programme « Proalcool », permet au gouvernement brésilien de se passer des subventions directes. Toutefois, des aides indirectes sont encore octroyées. Elles touchent différentes étapes de production de la filière de biocarburant. Très souvent elles prennent la forme de commodités de financement au secteur de production de matières premières ou de transformation. En 2011, la Banque publique du gouvernement brésilien (BNDES) avait annoncé fournir 30 à 35 milliards de réais (soit 19 à 22 milliards de dollars) pour financer l'extension du secteur de la canne à sucre d'ici 2014<sup>89</sup>.

La production de biodiesel au Brésil est plus récente. Contrairement à l'éthanol, le biodiesel brésilien n'a pas encore atteint la rentabilité requise – comparé au biodiesel de son voisin argentin. En 2005, le président Lula lançait le programme national pour la production et l'utilisation du biodiesel (PNPB). Le gouvernement a fait de ce programme une politique de développement rural en associant un label « carburant social », ainsi, les « petits producteurs » de soja participent au développement de la filière de biodiesel. L'objectif d'incorporation initial était de 2 % de mélange au diesel, un niveau qui doit progressivement augmenter pour atteindre 5 % en 2013 (Colares J., 2008)<sup>90</sup>. Ajouter à cela, deux instruments sont mis en œuvre : D'abord, un système de garantie d'achat qu'effectue l'Agence nationale du pétrole (ANP), en achetant aux enchères le biodiesel à des prix avantageux. Le second, des avantages fiscaux sont accordés en fonction des provenances des matières premières. Une partie au moins des matières premières utilisées doit profiter aux exploitations agricoles familiales. En fonction du type de matières premières et de sa provenance, les exonérations varient entre 73 % et 100 % de la redevance fédérale existante (Barros S., 2009)<sup>91</sup>.

Il semble que l'expérience du Brésil dans l'éthanol, a été bénéfique pour la réussite de la filière de biodiesel. En effet, alors qu'en 2005 le niveau de production de biodiesel était nul,

---

<sup>88</sup> G. Sorda et al. (2010). An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, 2010, vol. 38, p 6977–6988.

<sup>89</sup> Actualité News Environnement. Le Brésil veut stimuler son industrie du biocarburant. 07/06/2011. Par Sandra BESSON. <http://www.actualites-news-environnement.com/26675-biocarburant-Bresil.html>

<sup>90</sup> Colares, J. (2008). A brief history of Brazilian Biofuel Legislation. *Syracuse J. Law Commerce* 35.

<sup>91</sup> Barros, S. (2009). Brazil Biofuels Annual - Biodiesel Annual Report. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report Number BR9009, 31.07.2009.

en 2009 le Brésil est devenu le quatrième producteur avec 9 % de la production mondiale (1,535 milliard de litres<sup>92</sup>).

Les enjeux socioéconomiques des filières de biocarburants (dans une moindre mesure du biodiesel) sont considérables dans l'économie brésilienne. Avec un chiffre d'affaires de 41 milliards de réais (réal brésilien), les deux filières participent à hauteur de 3,5 % du PIB brésilien (Almeida et al., 2008)<sup>93</sup>. Utilisant la moitié de la production nationale de canne à sucre, la seule filière d'éthanol offre près de 800 000 emplois directs et 3 millions d'emplois indirects (Droulers, M. et Carrizo, S., 2010)<sup>94</sup>.

#### **2.3.4 Les exportations.**

Grâce aux rendements agricoles élevés, aux conditions climatiques particulièrement favorables et à l'utilisation de canne à sucre comme matière première<sup>95</sup>, l'éthanol brésilien jouit d'un statut d'exemplarité sur le plan international ; tant en matière de compétitivité économique, qu'en matière d'efficacité énergétique et environnementale. De ce fait, aucune mesure de protection ne s'impose face à la concurrence internationale, ni même d'incitation à l'exportation.

Les exportations d'éthanol brésilien ont dominé le marché international ces dix dernières années. Malgré la baisse de production observée depuis 2009, causée par de mauvaises récoltes dues aux conditions climatiques, le Brésil devrait garder son rang de premier exportateur mondial d'éthanol (OCDE-FAO (2012)).

En 2010 le gouvernement brésilien avait pris la décision de supprimer les droits de douane à l'exportation de l'éthanol (qui étaient de 20 %). Suite à cette initiative, en 2011, les Etats-Unis ont eux aussi répondu par la levée des barrières contre l'éthanol brésilien. L'essentiel des exportations d'éthanol devra être destiné au marché américain durant les années à venir (OCDE-FAO (2012)).

---

<sup>92</sup> Plateforme-biocarburants.ch. Production de biodiesel dans le monde. <http://www.plateforme-biocarburants.ch/infos/production.php?id=biodiesel>

<sup>93</sup> De Almeida, E.F., Bomtempo, J.V., de Souzae Silva, C.M. (2008). The performance of Brazilian biofuels: an economic, environmental and social analysis. Published in Biofuels - Linking Support to Performance by the OECD / ITF, pp. 151-188.

<sup>94</sup> Droulers, M. Carrizo, S. (2010). Stratégie agro-industrielles autour de la filière des biocarburants au Brésil et en Argentine. Revue Géographique de l'Est. Vol 50/ 3-4. Firme, géopolitique et territoires - vol2.

<sup>95</sup> L'utilisation de la canne à sucre comme matière première permet d'obtenir des coûts de production plus faibles, comparés aux autres matières premières utilisées dans le monde ; par exemple le maïs aux Etats-Unis ou la betterave sucrières ou le blé en Europe.

### **3 Les politiques de soutien dans les pays en développement :**

Au-delà des principales régions productrices, de nombreuses initiatives ont vu le jour cette dernière décennie à travers le monde. En fonction des objectifs visés, on distingue plusieurs profils de pays producteurs de biocarburants. Il est des pays où l'intérêt des biocarburants ne prend sens qu'en réponse aux contraintes environnementales. Souvent les pays développés (Japon, Corée du Sud, Australie...etc.) signataires du protocole de Kyoto, voient en le développement des biocarburants une manière de réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub>. Pour les pays en développement on peut distinguer deux catégories : nous avons d'une part des pays comme la Chine et l'Inde dont les besoins énergétiques sont très importants. Par conséquent, les mesures de soutien seront particulièrement tournées vers la promotion du marché intérieur. La seconde catégorie de pays, comme l'Argentine, l'Indonésie ou encore la Malaisie, qui au-delà de l'approvisionnement du marché intérieur concèdent une partie de leur production à l'exportation. Cette dernière catégorie diffère par rapport au reste, par des mesures tarifaires avantageuses pour les exportateurs.

Par conséquent on retrouvera dans chaque catégorie, des programmes élaborés qui, s'articulent en fonction de la disponibilité des facteurs de production et des orientations que veulent donner les pouvoirs publics à la production de biocarburants.

Nous allons voir dans un premier temps des exemples de mesures prises par les principaux pays producteurs pour le soutien de la filière biocarburants. Nous verrons les différentes mesures d'incitation destinées au renforcement des structures interne du marché. Ensuite, nous exposons des exemples de politiques de pays exportateurs de biocarburants.

Notre étude se focalisera sur les autres acteurs du marché mondial des biocarburants, à savoir l'Argentine, l'Indonésie, la Thaïlande pour le biodiesel et la Chine pour l'éthanol.

#### **3.1 Les incitations à la consommation.**

Afin de garantir les débouchés aux producteurs, la plupart des gouvernements mettent en place des objectifs indicatifs ou contraignants d'incorporation de biocarburant. Les niveaux sont progressivement augmentés en fonction de la capacité productive du pays et des objectifs des politiques (Tableau 12).

**Tableau 12 : Mesures de soutien aux biocarburants dans les pays en développement.**

Pays	Niveau d'incorporation	Aides financières	Incitation à l'exportation
<b>Argentine</b>	7 % de biodiesel et 5 % d'éthanol	Remboursement de crédit d'impôt et de déduction pour amortissement accéléré des investissements en capital <sup>96</sup> . Garantie d'achat des biocarburants par l'Etat.	17,5 % de taxe à l'exportation de biodiesel contre 35 % graines de soja, 32 % l'huile de soja.
<b>Chine*</b>	10 % d'éthanol dans certaines provinces.	Subvention à la production. Exemption de l'impôt à la consommation 5% et TVA 17%.	Non disponible.
<b>Indonésie</b>	2,5 % de biodiesel en 2010, objectif 20 % en 2025. 3 % d'éthanol en 2010, objectif 15 % en 2025. 2 % en 2010, 3% en 2015, et 5 % en 2025 de biocarburants.	Subvention des prix des biocarburants. <sup>97</sup>	10 % pour les biocarburants.
<b>Malaisie</b>	Objectif de 5 % de biodiesel décidé en 2007, n'a pas encore été mis en application.	Régime de Statut de pionnier : réduction d'impôts d'au moins 70 % sur les revenus durant 5 ans. Incentive Tax Allowance (ITA) : déductions fiscales pour les grands projets d'investissement.	0 % pour le biodiesel

Source: Adapté de G. Sorda et al. An overview of biofuel policies across the world. Energy Policy, 2010, vol. 38, p 6977–6988.

\*Les informations exposées pour la Chine ont été extraites de : Li SZ, Chan-Halbrendt C. Ethanol production in the PRC: potential and technologies. Appl Energy 2009, 89 (Suppl.1), pp 69-76.

On trouve aussi d'autres pratiques, en Amérique du Sud par exemple, le gouvernement argentin s'est engagé à acheter aux producteurs nationaux leurs biocarburants avec un prix minimum garanti tout au long de la durée du programme, c'est-à-dire jusqu'en 2022<sup>98</sup>.

Outre ces mesures quantitatives, les pouvoirs publics fixent des prix minimums pour la vente de carburants renouvelables. Cette mesure est destinée à rassurer les producteurs contre une éventuelle volatilité des prix sur le marché intérieur. On peut citer l'exemple indonésien, où l'entreprise nationale Pertamina (distributeur exclusif de carburant) assure la vente des biocarburants au même prix que les carburants fossiles<sup>99</sup>. En Argentine, le gouvernement a mis en place un système de maîtrise des prix des biocarburants du marché intérieur existe

<sup>96</sup> Ces avantages fiscaux ne concernent que la production destinée au marché intérieur.

<sup>97</sup> La distribution des biocarburants est assurée par l'entreprise nationale Pertamina, celle-ci vend les biocarburants aux mêmes prix que les carburants fossiles. (Dillon et al. 2008).

<sup>98</sup> La loi sur les biocarburants 26.093 mise en œuvre en 2007, stipule que le gouvernement garantie se charge de l'achat de la production des biocarburants argentine tout au long du programme de développement. Prévu pour 15 ans.

<sup>99</sup> Entre 2006 et juin 2008, les pertes subies par Petromina en raison des mélanges des biocarburants s'élevaient à 40 millions de dollars (Sorda, G. et al, 2010).

depuis 2008 pour l'éthanol (résolution 1294/2008) et depuis 2010 pour le biodiesel (résolution 7/2010).

Par ailleurs, on remarque que les objectifs de ces pays sont très rarement atteints. Conscients de coûts économiques que peuvent engendrer ces mesures, les gouvernements sont moins contraignants en matière de consommation de biocarburants.

### **3.2 Les incitations à production.**

Similaires aux instruments déployés dans les pays développés, les dispositifs de soutien à la production sont organisés autour du secteur agricole pour l'approvisionnement en matières premières et des industries de transformation.

Tout d'abord, il est important de noter que les pays en développement engagés dans la production de biocarburants disposent de ressources considérables pour la production de matières premières agricole (Doku, A., Di Falco, S. 2012)<sup>100</sup>. Ainsi, la Malaisie et l'Indonésie sont de gros producteurs d'huile de palme (première et seconde place respectivement en 2010), et l'Argentine occupe la troisième place mondiale pour la production de soja (après les Etats-Unis et le Brésil). Les secteurs agricoles<sup>101</sup> de ces pays sont généralement bien structurés et traditionnellement soutenus par leur gouvernement. De telle sorte, le lancement de la production des biocarburants bénéficie déjà d'un approvisionnement consolidé. De toute évidence, encouragés par le contexte récent des marchés agricoles internationaux (augmentation des prix agricoles) et par les perspectives d'exportation vers les principales régions consommatrice (Etats-Unis, Union européenne) ; des plans d'action dans les secteurs agricoles ont été adaptés pour accompagner l'offre de matières premières pour la production de biocarburants. En plus des aides aux intrants intermédiaires pour le secteur agricole, ces plans se résument le plus souvent en des subventions directes accordées aux agriculteurs.

Viennent ensuite les politiques de soutien aux industries de biocarburants. Pour pallier les coûts élevés des installations de production des biocarburants, ces politiques prennent le plus souvent la forme d'agencements fiscaux. La particularité des pays en développement réside

---

<sup>100</sup> Angela Doku, Salvatore Di Falco (2012). Biofuels in developing countries: Are comparative advantages enough? Energy Policy, Volume 44, May 2012, pp 101-117.

<sup>101</sup> À propos des trois pays l'Argentine, l'Indonésie et la Malaisie, on notera que la filière agricole fournissant les matières premières pour la production de biocarburants (biodiesel essentiellement), faisait déjà l'objet de politique de développement du secteur depuis les années 1980. Par conséquent la compétitivité du secteur agricole de ces pays est imputée à un travail de longue haleine aboutissant à un marché structuré offrant un capital certain pour la filière de biocarburants.

dans le déploiement d'une stratégie d'attraction des investisseurs étrangers. En plus de l'apport des capitaux, les investisseurs apportent la technologie nécessaire à une production de biocarburants répondant aux normes d'accès aux marchés internationaux.

En Malaisie par exemple, il existe deux programmes – basés sur la loi de promotion d'investissement de 1986 (Hoh, 2009)<sup>102</sup> – d'incitations fiscales auxquelles les producteurs de biodiesel peuvent être admissibles. Le premier, Pioneer Statut (PS) programme d'exonération d'impôts pour une période de 5 ans. Les producteurs sont exonérés d'un minimum de 70 % sur les revenus de l'entreprise, les taux peuvent atteindre les 100 % et la durée peut être prolongée à 10 ans<sup>103</sup>. Le second, Investment Tax Allowance (Allocation d'impôt à l'investissement) est destiné à réduire les coûts d'installation des unités de transformation de biocarburants. Puisqu'il est réservé aux grandes entreprises ayant des coûts importants en investissement d'équipements, un taux de 60 % d'exemption est prévu, sur une période allant de 5 à 10 ans.

Les groupes transnationaux occupent une place importante dans les secteurs de production de matières premières et de transformation des biocarburants des pays en développement.

### **3.3 Les incitations à l'exportation.**

Au-delà de l'aspect énergétique recherché dans le développement de biocarburants, les pays en développement cherchent aussi à bénéficier des recettes éventuelles d'exportation des biocarburants.

En effet, en plus des mesures de soutien à la consommation et à la production de biocarburants, s'ajoutent pour certains pays des dispositifs en faveur des exportations. C'est notamment le cas des actuels principaux pays exportateurs de biodiesel. En effet, l'exportation de biodiesel argentin – devenu premier exportateur de biodiesel au monde en 2011 – jouit d'une taxe de 17,5 % contre 35 % pour les graines de soja et de 32 % pour l'huile de soja (Cour des comptes 2012). En Asie, les niveaux de taxation des exportations du biodiesel issu d'huile de palme sont particulièrement bas (10 % en Indonésie et 0 % en Malaisie).

---

<sup>102</sup> Hoh, R., 2009. Malaysia Biofuels Annual. GAIN Report Number MY9026. USDA Foreign Agricultural Service, 12.06.2009.

<sup>103</sup> Invest KL, Tax Incentives for businesses in Malaysia. Disponible sur : [http://www.investkl.gov.my/News-@-Tax\\_Incentives\\_for\\_Businesses\\_In\\_Malaysia.aspx](http://www.investkl.gov.my/News-@-Tax_Incentives_for_Businesses_In_Malaysia.aspx). Dernière consultation Aout 2012.



Par ailleurs, pour pouvoir être exporté les biocarburants doivent répondre aux normes internationales. La modernisation des structures de production est réalisée grâce à l'importation de technologies de pointe. En Argentine par exemple, la plupart des industries sont équipées de technologies allemandes, ajouter à cela des partenariats entre : Universités, Institut National de recherche agronomique et acteurs privés, permettent d'aboutir à une production aux normes internationales.

### **3.4 L'exemple de l'Argentine.**

Lancée en 2007, la production de biodiesel en Argentine a connu une ascension fulgurante. En 2011, l'Argentine est devenue le quatrième plus gros producteur de biodiesel dans le monde et le premier exportateur mondial. Plusieurs facteurs expliquent cette réussite.

Tout d'abord, cette expansion a été rendu possible grâce aux performances du secteur agricole. Durant les années 1990, ce secteur avait connu de profondes réformes. Grâce à l'introduction, des semences génétiquement modifiées (adoptées depuis la campagne 1996-1997), des méthodes culturales conservatrices (semis direct) et intensifiées (agriculture en continu), de moyens financiers accrus et d'outils commerciaux et boursiers sophistiqués ; les producteurs argentins disposent aujourd'hui des meilleurs niveaux de rentabilité économique, particulièrement, pour la culture de soja (Guibert, M. et Carrizo, S-C)<sup>104</sup>. Bien que traditionnellement producteur de viande bovine et de céréales (blé et maïs), la production de soja a crû rapidement depuis le début 2000. La production de soja est passée d'une moyenne annuelle de 16,4 millions de tonnes entre 1995 et 1999, à environ 44 millions de tonnes en moyenne pour la période 2000-2004. C'est en s'appuyant sur la rentabilité de son secteur agricole, et profitant du contexte de prix élevés, et sous l'effet d'une demande mondiale croissante en biodiesel – essentiellement européenne, qu'en 2006 le gouvernement argentin avait mis en place un dispositif de soutien à la production de biocarburant.

Pour encourager la production nationale, le gouvernement argentin a mis en application une loi sur les biocarburants dès 2007<sup>105</sup>. Celle-ci propose de multiples outils d'aide à la production nationale :

---

<sup>104</sup> Guibert, M. et Carrizo, S-C. (2012). Les biocarburants en Argentine : facteurs et enjeux de la production de biodiesel de soja. OCL VOL 19 N°3. Mai – Juin 2012. p186. Disponible sur : <http://www.jle.com/e-docs/00/04/77/F4/article.phtml>

<sup>105</sup> Loi argentine 26.093 biocarburant avril 2006, mise en application en février 2007 en vertu du décret 109/2007.

- Elle offre des avantages fiscaux aux producteurs, sous forme de remboursement de crédit d'impôt, ou de déduction pour amortissement accéléré des investissements en capital. Cependant les incitations fiscales excluent les producteurs exportateurs.
- Pour stabiliser le marché, un système de maîtrise des prix des biocarburants du marché intérieur existe depuis 2008 pour l'éthanol (résolution 1294/2008) et depuis 2010 pour le biodiesel (résolution 7/2010).
- Pour soutenir la consommation, depuis septembre 2011 le diesel distribué en Argentine doit obligatoirement contenir 7 % de biodiesel. Quant à l'incorporation d'éthanol, le niveau est resté à 5 % depuis 2010. De plus, le gouvernement garantit l'achat de biocarburants jusqu'en 2022<sup>106</sup>.

Les résultats ont rapidement été obtenus : d'importants investissements ont été réalisés par des entreprises nationales (Aceitera General Deheza, Vicentin, Eurnekian et Citrusvil) ainsi que des groupes transnationaux<sup>107</sup> (Dreyfus, Glencore et Bunge) (Droulers, M. et Carrizo, S. 2010)<sup>108</sup>. La production de biodiesel issue de soja est passée de 205 millions de litres en 2007, à plus de 2,5 milliards de litres en 2011.

Durant les trois premières années du programme – jusqu'à l'obligation d'incorporation en 2010 – la production était exclusivement exportée (Tableau 13).

La capacité de production ne cesse d'augmenter, ainsi que la taille des unités de production. Certaines des nouvelles installations, ont une capacité de production supérieure à 225 millions de litres par an, leur conférant une compétitivité inégalée au niveau mondial. Avec une moyenne de 135 millions de litres par an, les unités de production de biodiesel sont des plus importantes au monde (100 millions en Europe et 80 millions au Brésil) (Droulers, M. et Carrizo, S. 2010).

**Tableau 13 : évolution de la filière de biodiesel en Argentine (millions de litres).**

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Production</b>	20	205	860	1340	2100	2560	3000
<b>Importation</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Exportation</b>	0	185	780	1300	1540	1600	1750

<sup>106</sup> La loi sur les biocarburants 26.093 mise en œuvre en 2007, stipule que le gouvernement garantit se charge de l'achat de la production des biocarburants argentine tout au long du programme de développement. Prévu pour 15 ans.

<sup>107</sup> Le plus souvent c'est des groupes installés déjà auparavant dans le secteur de production d'huile végétale.

<sup>108</sup> Droulers, M. Carrizo, S. (2010). Stratégie agro-industrielle autour de la filière des biocarburants au Brésil et en Argentine. *Revue Géographique de l'Est* [En ligne], vol. 50 / 3-4 | 2010. Disponible sur : <http://rge.revues.org/3107>

<b>Consommation</b>	20	20	20	30	580	950	1250
<b>Stocks de fermeture</b>	0	0	60	70	50	60	60
<b>Capacité productive:</b>							
<b>Nombre de bioraffinerie</b>	6	9	18	22	30	35	38
<b>Capacité (Millions de litres)</b>	175	665	1500	2300	2800	3800	4400
<b>Capacité utilisée (%)</b>	11 %	31 %	57 %	58 %	75 %	67 %	68 %

Source: USDA Foreign Agricultural service. Disponible sur :

[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Buenos%20Aires\\_Argentina\\_7-8-2011.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Buenos%20Aires_Argentina_7-8-2011.pdf)

Consulté le : 07/08/2011.

Malgré le fait que les incitations fiscales soient destinées au marché intérieur, l'essentiel de la production argentine de biodiesel est consommée à l'étranger. En effet, cette configuration est en partie consentie par des droits de douane favorables à l'exportation de biodiesel. Effectivement, tandis que les graines et l'huile de soja sont imposées à hauteur de 35 % et 32 % respectivement, le biodiesel profite d'un taux officiel de 20 % (avec un remboursement de 2,5 %) (G. Sorda et al, 2010). Depuis 2009, l'Argentine est le plus gros exportateur de biodiesel dans le monde. L'essentiel de ses exportations sont destinées à l'Union européenne.

#### **4 Analyse et évaluation des politiques de soutien aux biocarburants :**

##### **4.1 Coûts des politiques de soutien aux biocarburants.**

Incontestablement, les niveaux de production atteints aujourd'hui ne l'auraient jamais été sans les dispositifs de soutien mis en place. Tant du côté de l'offre (soutien à la production de matières premières et aux industries de transformation), que du côté de la demande (incitation à la consommation), des mécanismes ont été accommodés pour réduire le prix de revient des biocarburants. Néanmoins, l'ampleur de ces dispositifs avait rapidement soulevé des interrogations sur les coûts qu'ils engendrent. Si bien qu'en 2007, l'Initiative mondiale sur les subventions (Global Subsidies Initiative) avait fait une estimation du soutien total (EST) des politiques de soutien des biocarburants dans certains pays de l'OCDE (Tableau 14). Réalisé par R. Steenblik, cette estimation calcule la valeur monétaire totale de l'aide publique accordée aux industries des biocarburants ; notamment les obligations d'incorporation, les

crédits d'impôts, les barrières douanières, les aides à l'investissement et le soutien général au secteur sous la forme d'investissements dans la recherche publique (FAO (2008)<sup>109</sup>).

**Tableau 14 : Estimation du soutien total (EST) pour les biocarburants dans les économies de l'OCDE (FAO) en 2006.**

	Ethanol		Biodiesel		TOTAL
	EST (milliards de \$)	Moyenne soutien/litre (en \$)*	EST (milliards de \$)	Moyenne soutien/litre (en \$)*	EST (milliards de \$)
<b>Etats-Unis</b>	5,8	0,28	0,53	0,55	<b>6,33</b>
<b>Union Européenne</b>	1,6	1,00	3,1	0,70	<b>4,7</b>
<b>Canada</b>	0,15	0,40	0,013	0,20	<b>0,163</b>
<b>Australie</b>	0,043	0,36	0,032	0,35	<b>0,075</b>
<b>Suisse</b>	0,001	0,60	0,009	1,00	<b>0,01</b>
<b>Total</b>	<b>7,6</b>		<b>3,7</b>		<b>11,3</b>

Sources: FAO (2008). Biocarburants : perspectives, risques et opportunités. p 38-39.

Sources citées: Steenblik, 2007; Koplow, 2007; Steenbliket Warner, 2008.

La moyenne des soutiens par litre : Steenblik, 2007 ; p.39.

Notes:

\*Les chiffres sont arrondis à la dizaine de cent la plus proche (sauf pour les États-Unis d'Amérique et l'Australie).

Le pourcentage du soutien qui varie avec l'accroissement de la production ou de la consommation, et englobe le soutien au prix de marché, les paiements aux producteurs et les crédits fiscaux, les crédits sur la taxe d'accise sur les carburants et les subventions au titre des intrants variables.

Il est important de savoir que les auteurs précisent que les résultats présents dans le tableau (Tableau 14), sont probablement inférieurs aux valeurs effectives. La multiplicité et l'empilement des dispositifs, ainsi que la confidentialité des informations rendent l'estimation précise une tâche pratiquement impossible. A noter aussi que cette estimation n'inclue pas les aides octroyées aux producteurs matières premières agricoles.

Déjà en 2006, les producteurs européens et américains percevaient respectivement 4,7 et 6,33 milliards de dollars. Sachant que les aides sont reliées au niveau de production, celles-ci ont plus que doublées depuis cette date, les montants versés devraient augmenter en conséquence. A ce sujet, les politiques de soutien de l'Union européenne sont les plus coûteuses par unité de production.

<sup>109</sup> FAO 2008. Les biocarburants : perspectives, risque, opportunités. In : La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Rome : ONU pour l'alimentation et l'agriculture, 2008, pp 3-111. Disponible sur : <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0100f/i0100f.pdf>

D'un autre côté, les aides par unité produite qu'accordent les Etats-Unis restent moins élevés que celles de l'Union européenne, mais le coût total est de loin le plus important des régions considérées (Tableau 13). Par exemple, les avantages fiscaux accordés aux filières d'éthanol aux Etats-Unis représentaient 2,4 milliards de dollars en 2006, elles ont été estimées en 2010 à plus de 5 milliards de dollars (G. Sorda et al, 2010).

En faisant d'abord abstraction des modifications apportées depuis 2008, en reprenant ensuite les moyennes des estimations du soutien total avancées par les travaux de R. Steenblik en 2008 (Tableau 14) en les actualisant enfin au niveau de production actuelle ; que les montants versés pour l'année 2011 (Tableau 15) s'élèveraient à environ 14 milliards de dollars pour l'Union européenne, et de plus de 15 milliards de dollars pour les producteurs américains<sup>110</sup>.

**Tableau 15 : Evaluation des coûts de politique de soutien en 2011 aux Etats-Unis et en Europe.**

	<b>Production 2011 FAO (millions de litres)</b>	<b>Soutien moyen Steenblik 2007 (USD).</b>	<b>Soutien estimé pour 2011(USD).</b>
Union Européenne			
<b>Ethanol</b>	6798,42	1	6,8
<b>Biodiesel</b>	10845,98	0,7	7,6
<b>Total</b>			<b>14,4</b>
Etats-Unis			
<b>Ethanol</b>	51142,03	0,28	14,3
<b>Biodiesel</b>	2961,06	0,55	1,6
<b>Total</b>			<b>15,9</b>

Source : Calcul à partir des données Tableau 14. (Steenblik R ; 2007)

Par ailleurs, les données sur les politiques de soutien aux biocarburants dans les PED ne sont pas disponibles. Néanmoins on peut estimer qu'elles soient bien inférieures aux politiques des pays de l'OCDE. L'une des principales raisons qui nous permet de faire cette estimation vient des performances du secteur agricoles des pays en développement engagés dans la production de biocarburants – dont la plupart se situent dans des régions tempérées. En effet, les études comparatives des rendements agricoles de matières premières utilisées pour la production de biocarburants montrent que l'utilisation de canne à sucre ou d'huile de palme – utilisées au Amérique du sud et en Asie – offre de meilleurs rendements agricoles. Nécessitant ainsi, moins d'intrant pour un litre de biocarburants produit (Cf. Chap. 4 ; Tableau 38 : Les besoin en eau des cultures énergétiques.). Une autre raison peut être invoquée. Dans bon nombre de

<sup>110</sup> Ces estimations sont toutefois à prendre avec précaution. Les quantités sont exprimées en tonnes alors que les aides sont exprimés par litre. En revanche la densité du biodiesel par exemple est de 0,88 kg/L.

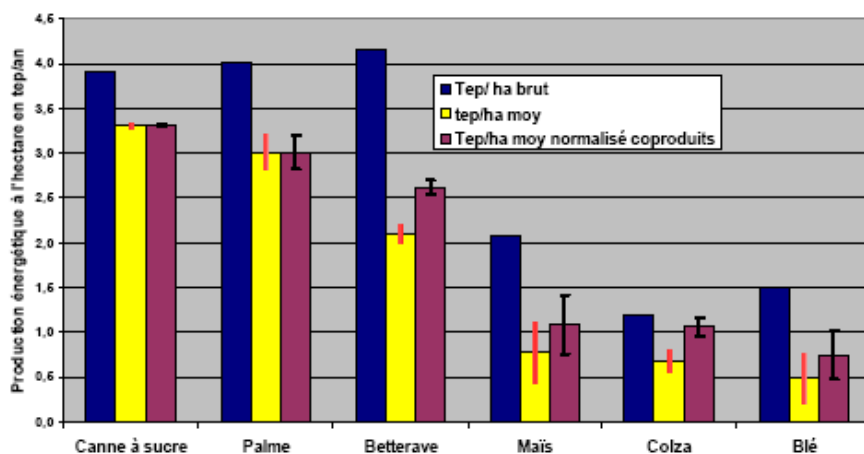
pays en développement, la situation économique ne permet pas des largesses financières que nécessitent les mesures de soutien aux biocarburants.

Dès lors, les coûts des politiques de soutien aux biocarburants appliquées dans les pays développés seraient plus élevés que ceux des pays en développement actuellement engagés.

#### 4.2 Efficacité des politiques de soutien.

Tout d’abord, il est important de préciser que les matières premières utilisées pour la production de biocarburants sont différentes dans les deux régions<sup>111</sup>. Cette différence est fondamentale pour l’explication de la différence d’efficacité entre les différentes régions du monde.

**Graphique 7 : Rendements énergétiques annuels à l'hectare des biocarburants par type de matière première.**



Source : estimation de la Cour des comptes, calculée d’après les données de l’analyse du cycle de vie 2010. Les traits déterminent le niveau d’incertitude suivant les différents procédés utilisés.

Source : Cour des comptes 2012.

Les pays du sud, le plus souvent des pays en développement, disposent des facteurs de production – climat tropical, faible coût de mains d’œuvre, disponibilité des terres – qui leur permettent de produire des biocarburants aux performances énergétiques, environnementales<sup>112</sup> et économiques, meilleures que celles qu’on trouve dans les pays développés. Actuellement la canne à sucre est la matière première la plus efficace pour la

<sup>111</sup> Voir Chapitre 3 Impacts agricoles; Croissance de la demande de matière première pour la production de biocarburants.

<sup>112</sup> Voir Impacts environnementaux des biocarburants.

production d'éthanol (Brésil), de même pour le biodiesel issu de soja et d'huile de palme (Argentine et Asie du Sud-est).

S'il n'est sans doute pas possible d'obtenir des données détaillées sur chaque région, nous allons procéder à l'analyse des politiques par les trois termes de leur impulsion : bénéfices agricoles, énergétiques et environnementaux.

Dans notre analyse nous allons nous concentrer sur la comparaison de l'efficacité des politiques des pays développés (USA, UE) et celles des pays en développement (Brésil, Argentine, Malaisie et Indonésie).

#### 4.2.1 Efficacité environnementale (coûts/efficacité).

Avant d'entamer notre analyse, on fera remarquer le durcissement des politiques européennes et américaines des critères environnementaux des biocarburants à partir de 2009. Résultats des avancées des travaux scientifiques, les bénéfices environnementaux considérés initialement ont été revus à la baisse, notamment à cause des rejets liés aux changements d'affectation des sols (Cf. Chap. 4 ; Emissions de GES causées par le changement d'affectation des sols.). Cette réorientation peut être considérée comme un aveu d'inefficacité du volet environnemental, au moins jusqu'à la mise en application des nouvelles normes environnementales.

Si nous comparons les réductions des émissions de GES par matières premières utilisées (Tableau 16). Les meilleurs résultats reviennent à la canne à sucre pour l'éthanol, et au soja pour le biodiesel. Là encore, les matières premières cultivées dans les pays en développement sont les plus performantes comparées au maïs et colza, principales matières premières utilisées en Europe et aux Etats-Unis.

**Tableau 16 : Réduction des émissions de gaz à effet de serre des biocarburants par matière première.**

Réduction des émissions de GES	BIO IS 2009
Ethanol de betterave	66%
Ethanol de blé	49%
Ethanol maïs	56%
Ethanol de canne à sucre	72%
EMHV de colza	59%
EMHV de tournesol	73 %
EMHV de soja	77%

Source : ADEME 2010.

Plusieurs études ont été réalisées ces dernières années afin de déterminer le coût de la tonne de CO<sub>2</sub> évitée par l'utilisation des biocarburants.

Pour mesurer l'efficacité de la politique européenne, les travaux de l'initiative mondiale sur les subventions (GIS, 2010)<sup>113</sup> comparent le niveau de soutien par unité de CO<sub>2</sub> évitée au prix de la tonne de carbone sur le marché climatique européen (European Climate Exchange). Dès lors, le coût de la tonne pour l'éthanol produit à partir de la betterave sucrière est estimé entre 186 euros et 259 euros. Malgré le fait que la betterave sucrière soit la plus performante – du point de vue de réduction de GES – parmi les matières premières utilisées en Europe, il n'en demeure pas moins, que son coût reste nettement plus élevé comparé au prix d'achat de crédit carbone sur le marché européen (16,25 euros en moyenne entre 2008-2009). De même sorte, le coût estimé pour le biodiesel issu de colza varie entre 263 et 347 euros par tonne de CO<sub>2</sub> évitée.

**Tableau 17 : Coût de la politique européenne par tonne de CO<sub>2</sub> évitée (Ethanol).**

Indicator	Unit	Ethanol from sugar beet		Ethanol from grains	
		Low	High	Low	High
Baseline emissions (from gasoline or petroleum diesel)	Kg of CO <sub>2</sub> equivalent/GJ	94.00			
Percentage reduction from baseline	Percent	50%	65%	8.5%	18%
Support per GJ of biofuel consumed	€ /GJ	11			
Support per tonne of CO <sub>2</sub> equivalent avoided <sup>(1)</sup>	€ /Tonne of CO <sub>2</sub> equivalent	186	259	669	1422
Price of a CO <sub>2</sub> -equivalent offset, European Climate Exchanges, FY 2008-2009	€ /Tonne of CO <sub>2</sub> equivalent	16.25			

Notes: (1) Calculated as support per GJ divided by the product of the baseline emissions and the percentage reduction. Ranges reflect the combination of ranges of subsidy values and estimated emission reductions.

Sources: support estimates: GSI; CO<sub>2</sub> equivalent reduction values: GSI estimates, based on CSIRO et al. (2003), Edwards et al. (2007) and Zah et al. (2007). CO<sub>2</sub>-equivalent futures prices: European Climate Exchange [www.europeclimatexchange.com](http://www.europeclimatexchange.com)

Source : Jung, A. Dörrenberg, P. Rauch, A. et Thöne M. (2010). Biofuels – At what cost? GIS (2010), p 68.

Par ailleurs, comme le soutenaient les auteurs du rapport de la cour des comptes en 2012, « *L'imputation de la totalité des coûts de la politique de soutien aux biocarburants à un seul de ses trois objectifs (agricole, énergétique, environnemental) n'a pas de sens* »<sup>114</sup>. Quand bien même en divisant le coût par trois – comme sous-entendu dans le rapport – on aboutirait

<sup>113</sup> Jung, A. Dörrenberg, P. Rauch, A. et Thöne, M. (2010). Biofuels – At what cost? Government support for ethanol and biodiesel in the European Union – 2010 Update. Genève: Global Subsidies Initiative (GIS) of international Institut for Sustainable Development (IISD), 2010. 81p. Disponible sur : [http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/bf\\_eunion\\_2010update.pdf](http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/bf_eunion_2010update.pdf)

<sup>114</sup> Cour des comptes (2012). Evaluation d'une politique publique : la politique d'aide aux biocarburants. Les instruments de la politique d'aide sont-ils pertinents ? p.188.



à des coûts variant entre 62-86 euros pour l'éthanol, et 87-115 euros pour le biodiesel (Tableau 17). Tout compte fait, les coûts restent bien plus élevés que les 16,25 euros du prix de marché carbone.

L'efficacité de ces politiques est liée à leur capacité de réduction des émissions de GES. Par conséquent, cette efficacité est reliée aux rendements agricoles – puisque c'est les rendements agricoles qui déterminent les rendements énergétiques et donc environnementaux. De la même manière que les émissions de GES sont reliées aux rendements agricoles, l'utilisation de canne à sucre pour l'éthanol et de soja pour le biodiesel permettraient d'aboutir à de meilleurs résultats. En termes d'efficacité de coût/efficacité, l'éthanol brésilien issu de canne à sucre et le biodiesel argentin issu de soja sont plus efficaces. Ils requièrent moins d'aides (comme nous l'avons expliqué plus haut), et réduisent plus de gaz à effet de serre.

On pourrait envisager l'importation de matières premières ou de biocarburants de régions tropicales (dont l'essentiel sont des PED), afin de profiter de la supériorité des rendements de ces régions pour de meilleurs résultats énergétiques et environnementaux (à condition que certaines pratiques agricoles et industrielles soient respectées).

#### **4.2.2 Efficacité énergétique.**

Les biocarburants sont actuellement la seule source d'énergie renouvelable capable de remplacer les carburants fossiles pour les transports. En plus de réduire les émissions de GES, l'utilisation des biocarburants permet de réduire la consommation de carburants fossiles. Ce qui revient à réduire le coût des importations d'hydrocarbures d'une part et d'une certaine dépendance des pays producteurs de pétrole d'autre part.

Sachant que la production de biocarburants nécessite l'usage d'énergie fossile tout au long du processus de production, la part de carburant fossile effectivement remplacée serait, par conséquent, moins importante que les niveaux de remplacement communiqués. Outre le fait que les performances énergétiques des biocarburants soient en partie imputées aux procédés de fabrication (technologie, source d'énergie utilisée<sup>115</sup>), le bilan énergétique dépend grandement des rendements agricoles et du type des matières premières utilisées.

Le rapport entre l'énergie produite et l'énergie utilisée des biocarburants au niveau mondial serait compris entre 1 et 4 pour le biodiesel dérivé de tournesol, colza ou de soja, inférieur à 2

---

<sup>115</sup> Il convient de noter que selon les pays, l'énergie utilisée lors de la transformation des biocarburants (étape industrielle) peut être autre que pétrolière (ou d'origine pétrolière), gaz naturel ou charbon par exemple.

pour l'éthanol de maïs, et compris entre 2 et 8 pour l'éthanol produit à partir de canne à sucre (INRA 2012<sup>116</sup>). C'est ces mêmes ratios qui vont déterminer l'efficacité énergétique des politiques de soutien aux biocarburants.

En prenons l'exemple de la politique européenne, les résultats de l'étude l'GIS (2010) concluent que le rapport coût/efficacité (énergétique) de l'éthanol européen serait plus avantageux lorsqu'il est produit à partir de betterave sucrière que de céréales. En effet, la betterave permet de réduire de 50 à 68 % la consommation d'énergie fossile, contre seulement 22 à 32 % pour les céréales (Tableau 18). Par conséquent le soutien accordé par les autorités européennes – ramené au litre équivalent carburant fossile – s'élève à 0,64 à 0,87 euro par litre pour la betterave ; contre 1,38 à 1,93 euro par litre pour les céréales.

**Tableau 18 : Soutien de la politique européenne aux biocarburants par unité de combustible fossile remplacée (éthanol).**

Indicator	Unit	Ethanol from sugar beet		Ethanol from grains	
		Low	High	Low	High
Support per litre of petrol equivalent <sup>(1)</sup>	€/ litre equiv.	0.44			
Displacement factor <sup>(2)</sup>	GJ fossil-fuel Input / GJ output	0.325	0.500	0.685	0.774
Net gain in non-fossil energy	Percent	50-68%		22-32%	
Support per litre equivalent of fossil fuels displaced <sup>(3)</sup>	€/ litre equiv.	0.64	0.87	1.38	1.93

Notes:

(1) For explanation of the ranges, see note 3 to Table 5.4.

(2) Ranges reflect ranges in the literature for ethanol from sugar beet and, respectively, ethanol from maize in the USA and rye in the EU.

(3) Equals support per litre of petrol equivalent divided by the percentage net gain in non-fossil energy.

Sources: support estimate: GSI; displacement factor: GSI estimates, based on Jank et al. (2007) and Zah et al. (2007a).

Source : Jung, A. Dörrenberg, P. Rauch, A. et Thöne M. (2010). Biofuels – At what cost? GIS (2010), p 67.

Par ailleurs, le biodiesel européen issu de soja présente des résultats plus satisfaisants. Avec un gain d'énergie fossile allant de 45 à 63 %, le coût de soutien serait de 0,48 à 0,67 euro par litre équivalent carburant fossile (GIS, 2010).

Sachant que nous ne pouvons pas attribuer les politiques de soutien aux biocarburants au seul objectif énergétique, ces chiffres n'ont qu'une valeur indicative. Ces écarts illustrent néanmoins l'importance des rendements agricoles dans l'amélioration du rapport coût/efficacité des politiques de soutien en termes énergétiques. De ce fait, il semble que les politiques des pays en développement, soient là aussi plus efficaces puisqu'elles bénéficient des meilleurs rendements agricoles. Ajouter à cela, l'amélioration des technologies et

<sup>116</sup> Persillet, V. (2012). Les biocarburants de première génération : un bilan mondial mitigé. INRA Sciences Sociales: N°1/2012, juillet 2012, pp. 1-7.

l'accroissement des tailles des unités de production, observés ces dernières années, permettent d'accroître l'efficacité énergétique de biocarburants.

Par ailleurs, du point de vue de réduction des importations des hydrocarbures. En 2010, la consommation mondiale des biocarburants avait représenté 3 % de la consommation totale de carburants, dont 73 % d'éthanol et 27 % biodiesel (IFP 2012<sup>117</sup>). Comparable à 55 millions de tonnes équivalent pétrole, la consommation de biocarburant a réduit la facture mondiale d'hydrocarbure de 31.23 milliards de dollars américains<sup>118</sup>.

Ce niveau paraît faible néanmoins permet de garantir une certaine autonomie, certes faible, vis-à-vis des pays producteurs de pétrole en plus du développement des économies locales (agriculture, industrie, et distribution).

#### **4.2.3 Efficacité agricole.**

L'impact des politiques de soutien sur le secteur agricole est indiscutable, en plus du soutien direct accordé au secteur agricole, toutes les mesures d'incitation à la consommation et à la transformation des biocarburants se répercutent sur le secteur agricole. Les cultures agricoles dédiées à la production de biocarburants, au niveau mondial, n'ont cessé d'augmenter depuis l'impulsion des politiques de soutien au début des années 2000, passant de 13,8 millions d'hectares en 2004, à 35,7 millions d'hectares en 2008. En 2012, 65 % des huiles végétales de l'Union européenne, 50 % de la canne à sucre brésilienne, et près de 40 % du maïs américain ont été transformés en biocarburants (OCDE-FAO 2012).

En plus d'offrir de nouveaux débouchés, la production agricole a contribué à l'augmentation des revenus du secteur agricole par son impact sur les prix (Cf. Chap. 3 ; Les impacts prix du développement des biocarburants.). Ce volet est abordé plus en détail dans le chapitre 3 (voir Impact prix du développement des biocarburants).

### **4.3 Impacts des politiques de soutien des biocarburants des Etats-Unis et de l'Union européenne sur les pays en développement.**

Comme nous l'avons vu précédemment, l'architecture du marché des biocarburants que nous connaissons actuellement est en très large partie façonnée par les politiques de soutien des

---

<sup>117</sup> IFP (2012). Le point sur les biocarburants : progressions des marchés nationaux et internationaux. IFP Panorama 2012.

<sup>118</sup> Avec un prix moyen du Brent Blend de 79,52 \$ US. (1 tep = 7,14285 baril de pétrole).

biocarburants. L'ampleur est telle que les effets dépassent souvent les frontières des pays où elles sont appliquées.

Les biocarburants distribués à la pompe peuvent être de différentes origines. On distingue trois cas de figure : le premier est issu de production intégralement locale, nationale ou communautaire (dans le cas de l'UE) les matières premières agricoles, ainsi que la transformation sont effectuées sur un même territoire. Le second cas, la matière première est importée et la transformation se fait dans le pays de consommation. Enfin, troisième cas où le biocarburant est importé directement de l'étranger. Malgré la faible proportion des deux derniers cas de figure dans les consommations actuelles, le recours à l'importation a constamment progressé, fonction des niveaux de consommation et des prix sur les marchés internationaux.

Connaissant la configuration du marché de biocarburants européen, majoritairement dominé par le biodiesel, l'impact des politiques de soutien concernera principalement les pays en développement ayant un potentiel de production de produits oléagineux. En revanche, les politiques américaines, quant à elles, toucheront les pays ayant une capacité de production de céréales secondaires et de plantes sucrières.

#### **4.3.1 Impacts des politiques européennes.**

Dès 2006 la Commission européenne avait fait savoir dans son rapport que les objectifs de consommation de biocarburants – objectif de 5,75 % Directive de 2003 – ne pourraient être atteints sans le recours aux importations. Comme nous l'avons vu précédemment certains Etats, se sont fixé des objectifs plus ambitieux (comme la France 7 % pour 2012), augmentant ainsi la pression sur le marché communautaire des matières premières agricoles. Connaissant le faible niveau de consommation d'éthanol européen, la pression s'est exercée particulièrement sur les produits oléagineux nécessaires à la fabrication de biodiesel (Annexe chapitre 2). En 2012, près de 65 % des huiles végétales communautaires sont utilisées pour la production du biodiesel (OCDE-FAO (2012)).

Malgré la forte mobilisation de la production locale d'huile de colza, l'Union européenne a eu recours aux importations de biodiesel et de produits oléagineux afin d'atteindre ses objectifs de consommation. Depuis 2009, suite à la suspension des importations de biodiesel américain – mesure antidumping – les principaux fournisseurs de biodiesel sont des pays en développement. En tête l'Argentine, devenu récemment un acteur majeur de la production de

biodiesel sur le marché international a fortement augmenté ses exportations dont la plus grande partie est destinée au marché européen (Martine Guibert, M. et Carrizo, S-C. 2012). Viennent ensuite les principaux exportateurs asiatiques Indonésie et Malaisie dont le biodiesel est issu d'huile de palme (Tableau 19).

**Tableau 19 : Importations de biodiesel dans l'Union européenne (en milliers de tonnes, période octobre/mai).**

	2008/09	2009/10	2010/11
<b>Canada</b>	12	125	3
<b>États-Unis</b>	867	30	-
<b>Argentine</b>	242	661	800
<b>Indonésie</b>	136	152	420
<b>Malaisie</b>	29	71	27
<b>Autres pays</b>	6	55	43
<b>Total</b>	<b>1 292</b>	<b>1 094</b>	<b>1 293</b>

Source: Oil World. Disponible sur: <http://agritrade.cta.int/fr/Agriculture/Produits-de-base/Oleagineux/Note-de-synthese-mise-a-jour-2011-Secteur-des-oleagineux>

A la même période, la consommation humaine d'huiles végétales étant privée d'une partie de l'offre communautaire, s'est vue contrainte de se tourner vers l'importation. La production ne pouvant suivre le rythme de croissance, l'Union européenne a accru au fil des années sa dépendance à l'égard des importations d'huile de palme, de soja, de tournesol et de colza (Tableau20).

**Tableau 20 : Évolution des importations d'huile de l'UE, hors commerce intra-européen (en milliers de tonnes, période octobre/septembre).**

	2007/2008	2008/2009	2009/10	2010/11
<b>Huile de soja</b>	1 027	805	581	865
<b>Huile de tournesol</b>	1 269	1 076	972	935
<b>Huile de colza</b>	344	479	435	550
<b>Huile de palme</b>	5 035	5 842	5 943	5 200
<b>Total</b>	<b>7 674</b>	<b>8 203</b>	<b>7 930</b>	<b>7 550</b>

Source: Oil world. Disponible sur : <http://agritrade.cta.int/fr/Agriculture/Produits-de-base/Oleagineux/Note-de-synthese-mise-a-jour-2011-Secteur-des-oleagineux>

Malgré les protections douanières dressées par l'Union européenne, il semble que le recours aux importations directes ou indirectes (matière première et importation pour secteur alimentaire) est inévitable pour atteindre les objectifs de consommation.

#### 4.3.2 Impact des politiques de soutien des Etats-Unis.

L'instauration des mesures de soutien que nous avons vu précédemment a permis le déploiement rapide de l'appareil de production de biocarburants. Les différentes incitations fiscales et subventions ont permis aux producteurs américains de gagner en compétitivité. A la différence du cas de figure européen, l'offre américaine de biocarburants disposait des capacités productives, tant en termes de production de matières premières (Maïs pour l'éthanol), qu'en termes d'industries de transformation (bioraffineries). Ces dispositions ont permis d'accroître rapidement la production américaine et notamment celle de l'éthanol issu de maïs américain.

Comme nous l'avons déjà évoqué précédemment, grâce aux dispositifs mis en place la production américaine a fortement augmenté. La production d'éthanol a octuplé en l'espace de dix ans, passant ainsi de 6,4 milliards de litres en 2000, à 43,4 milliards de litres en 2011 représentant environ 50 % de la production mondiale (FAO-OCDE (2012)). L'essentiel de cette production est issu de maïs américain, la FAO estime qu'actuellement près de 40 % de la production de maïs est transformé en éthanol (FAO-OCDE (2012)).

La demande locale de maïs pour la production d'éthanol n'a cessé de croître tout au long de la dernière décennie. En 2000, celle-ci ne représentait que 6,7 % de la production nationale, contre près de 40 % actuellement. Comme nous pouvons le constater sur le tableau ci-dessous (Tableau 21), c'est à partir de 2007 – avec la mise en application de la première norme RFS – que l'accélération est la plus marquée.

**Tableau 21 : Part de la demande de maïs pour la production d'éthanol aux Etats-Unis.**

Année	Production de maïs (Millions de tonnes)	Utilisé pour la production d'éthanol (Millions de tonnes)	Part en pourcentage (%)	Exportations (Millions de tonnes)
2000	252	16	6,7	49
2001	241	18	7,1	48
2002	228	25	10,5	40
2003	256	30	13,0	48
2004	300	34	13,1	46
2005	282	41	13,6	54

<b>2006</b>	267	54	19,1	54
<b>2007</b>	331	77	29,0	62
<b>2008</b>	307	94	28,4	47
<b>2009</b>	333	117	38,0	50
<b>2010</b>	316	128	38,4	47
<b>2011</b>	314	128	40,6	41
<b>2012*</b>	329	127	40,5	41

\* projections de l'USDA.

Source : base de données Earth Policy Institut 2012.

Sources citées: Compiled by Earth Policy Institute from U.S. Department of Agriculture (USDA), Production, Supply, & Distribution, electronic database, at [www.fas.usda.gov/psdonline](http://www.fas.usda.gov/psdonline), updated 11 July 2012; corn for ethanol from USDA, Feedgrains Database, electronic database at [www.ers.usda.gov/Data/feedgrains](http://www.ers.usda.gov/Data/feedgrains), downloaded 17 July 2012.

Durant la deuxième moitié du siècle dernier les exportations céréalières des Etats-Unis ont joué un rôle majeur au niveau international. Exportateurs historiques de maïs, désormais le marché international doit composer avec la demande nationale américaine des industries d'éthanol. À partir de 2006, les quantités utilisées pour la production d'éthanol sont devenues plus importantes que celles exportées. Alors même que le monde a connu une crise alimentaire en 2007-2008, les quantités allouées à la production d'éthanol n'ont pas baissé. Par conséquent, l'évolution de la production d'éthanol américain – poussée par les politiques de soutien – a un impact sur les marchés internationaux de céréales. Cet impact affecte essentiellement les pays en développement dépendant des importations de céréales.

Ce phénomène sera analysé plus en détail dans le chapitre 3. (Cf. Chapitre 3 : implications du développement des biocarburants sur le marché agricole).

Par ailleurs, dans le cas où l'agence de protection de l'environnement (Environmental Protection Agency EPA) se tiendra au programme annoncé par la norme sur les carburants renouvelables (RFS2)<sup>119</sup>. On aura d'une part, l'offre américaine d'éthanol de maïs qui sera confrontée à la limite de consommation nationale de carburants renouvelables conventionnels. En effet, sur les 36 milliards de gallons que doit contenir la consommation américaine en carburant renouvelable à l'horizon 2022, les carburants renouvelables « conventionnels » – issus essentiellement de maïs – sont limités à 15 milliards de gallons (56,78 milliards de

<sup>119</sup> Comme nous l'avons évoqué précédemment, l'EPA décide annuellement des quantités de biocarburants à consommer dans l'année civile. La répartition des quantités de biocarburants (biodiesel, biocarburants conventionnels et biocarburants avancés) dans la quantité globale à consommer, peut être ajustée en fonction de la disponibilité, et des conditions du marché. Jusqu'ici le niveau maximal des biocarburants conventionnels, (15 milliards de gallons) n'a pas été encore atteint, et donc l'EPA n'a pas été confrontée encore à ce genre de situation. Cependant, on pourrait assister à un scénario de changement de répartition dans les quantités annoncées par la RFS2, puisqu'il y aura très probablement des retards dans la production industrielle des carburants avancés – essentiellement les biocarburants celluloseux.

litres) l'horizon 2022. D'autre part, la demande en carburants renouvelables avancés prévue par la norme RFS 2 devra faire face, quant à elle, à un déficit de l'offre américaine. En l'état des connaissances actuelles et des avancées des projets de biocarburants cellulosiques (ou biocarburant de deuxième génération), une production significative à l'échelle nationale ne devrait pas voir le jour avant 2016 (FAO (2010)). Cette échéance pourrait se voir retarder davantage au vu des conditions économiques actuelles qui restreignent les apports en capitaux. Cette situation pourrait conduire l'EPA à compenser les quantités de biocarburants cellulosiques par l'éthanol de canne à sucre, ce dernier étant considéré comme « autre biocarburant avancé »<sup>120</sup>. Ce scénario est d'autant plus plausible, qu'actuellement l'éthanol de canne à sucre est le seul biocarburant produit à grande échelle, qui permet de remplir les critères environnementaux des biocarburants dits « avancés ».

Pour atteindre ces objectifs de consommation de carburants avancés, les Etats-Unis devront se tourner vers l'importation d'éthanol issu de canne à sucre. Les importations concerneront prioritairement les pays ayant un accès privilégié au marché américain, les pays membres de l'initiative du bassin des caraïbes (Caribbean Basin Initiative (CBI)), ainsi que le Mexique et la Colombie. Cependant, on s'attend à ce que les importations en provenance du Brésil seraient les plus importantes ; pour autant la capacité de production brésilienne ne pourrait pas fournir les quantités requises pour le marché local et les besoins des Etats-Unis. Cela aura pour conséquence d'importantes perturbations sur le marché du sucre brésilien, ainsi que sur les cours mondiaux.

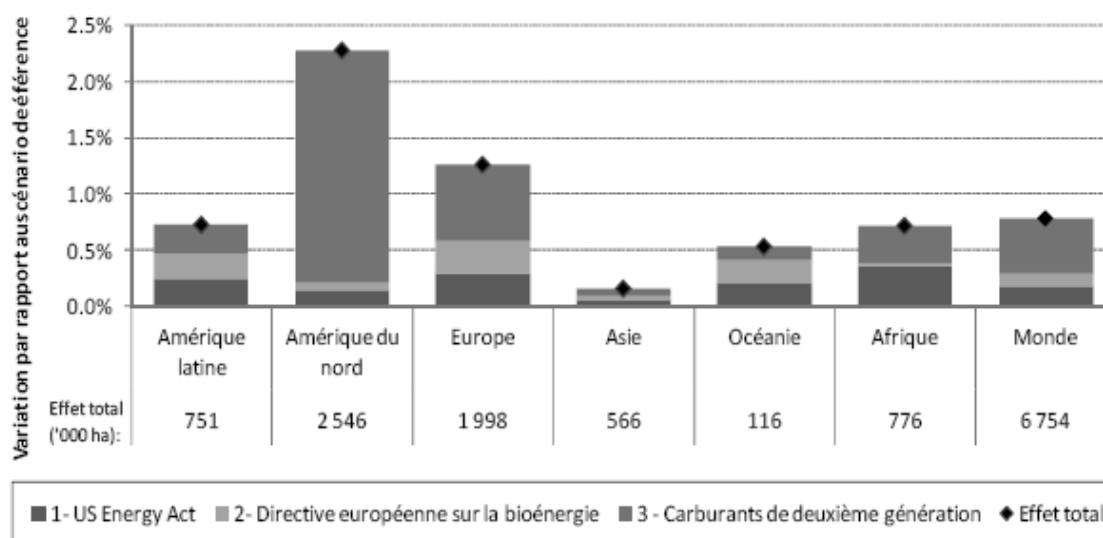
La poursuite des objectifs de développement des biocarburants aux Etats-Unis et dans l'Union européenne aura un impact conséquent sur l'agriculture mondiale. En 2009, les résultats de modélisation de l'impact de la loi américaine sur la sécurité énergétique et de la Directive européenne relative aux énergies renouvelables sur la production agricole – pour la période 2013-2017 – démontrent la globalisation des effets de ces politiques.

---

<sup>120</sup> Selon le rapport des perspectives agricoles de la FAO et de l'OCDE 2012, cette option semble celle envisagée par l'EPA.



**Graphique 8 : Impact exercé sur la superficie totale affectée aux productions végétales (blé, céréales secondaires, riz, oléagineux et cultures dédiées à la production de biomasse destinée aux biocarburants de deuxième génération) par la loi américaine sur l'indépendance et la sécurité énergétique et la Directive européenne relative aux énergies renouvelables, moyenne 2013-2017.**



Source : résultats d'une simulation Aglink/Cosimo, Secrétariat de l'OCDE.

Source : OCDE, 2009. Politiques de soutien des biocarburants : évaluation économique. p84.

Comme l'illustre ce graphique, les ambitions des politiques européennes et américaines impliquent l'ensemble des ressources agricoles mondiales. De telle sorte, l'avenir des biocarburants ne peut être dissocié des productions agricoles des autres continents. Ces effets seront étudiés plus en détail dans le prochain chapitre.

## CONCLUSION

Au final, ce chapitre permet de tirer plusieurs enseignements sur le rôle et les implications des politiques de soutien aux biocarburants. Tout d'abord, on remarque que l'agencement de ces politiques diffère peu, on retrouve toujours un déploiement en trois axes : agricole pour les matières premières, industriel pour la transformation, et de consommation pour assurer les débouchés de la filière. On note cependant deux dissemblances essentielles. La première, les objectifs de consommation des pays développés sont souvent contraignants et ce, à des niveaux élevés. La seconde concerne les pays en développement dont les politiques sont orientées vers l'exportation (dispositifs d'incitation à l'exportation).

Ensuite, au terme de ces analyses, il apparaît clairement que l'efficacité des politiques soit étroitement liée aux performances agricoles des matières premières utilisées pour la production des biocarburants. Toutes choses égales par ailleurs, l'éthanol de canne à sucre, ou le biodiesel issu de soja, présentent des bilans économiques, énergétiques et environnementaux supérieurs à ceux issus de maïs ou de colza. Au-delà du type de culture, ces performances sont également tributaires des conditions climatiques. Les régions équatoriales – dont la plupart sont des pays en développement – disposent d'un avantage certain par rapport aux pays du nord. C'est le cas notamment, du Brésil, des pays d'Asie du sud-est ou d'Afrique subsaharienne. Par conséquent, il en résulte que les politiques des pays en développement sont, au final, plus efficaces que celles pratiquées par l'Union européenne, ou les Etats-Unis.

Egalement, il apparaît évident que les Directives européennes sur les biocarburants, et les normes de carburant renouvelables américaines, dépassent les frontières de leur application de deux façons. La première par la déstabilisation de l'offre interne. Dans le cas européen, c'est le marché des oléagineux qui est le plus affecté, alors que pour les Etats Unis, c'est l'offre de maïs qui est la plus impactée. La seconde, en attirant l'offre étrangère. Effectivement, du fait de l'ampleur de ces politiques, et de leur ambition, la demande de biocarburant est parfois disproportionnée par rapport à leur capacité de production. Encourageant d'autres pays à se lancer dans la production de biocarburants pour satisfaire cette demande.

# Chapitre 3 : Implications du développement des biocarburants sur le marché agricole.

## INTRODUCTION.

Le développement des biocarburants en Europe et aux Etats Unis, ainsi que dans les autres régions du monde, constitue un événement majeur pour l'économie agricole mondiale (GUINDE L. et al. 2008<sup>121</sup>). Au cours des vingt dernières années, l'accroissement démographique des pays en développement, et l'augmentation des niveaux de revenus, notamment ceux des pays émergents, ont engendré l'essentiel de l'augmentation de la demande agricole (FAO 2008). Bien que l'agriculture mondiale ait été en mesure de satisfaire les besoins en produits végétaux et animaux jusqu'ici, les événements des dernières années ont montré à quel point le marché agricole mondial était vulnérable.

L'avènement des biocarburants s'ajoutera aux bouleversements, que retiendra l'histoire récente de l'agriculture mondiale. Sur la base de soutien politique important, la demande en matières premières agricoles pour la fabrication de biocarburants a rapidement augmenté au cours de la dernière décennie. De nombreux travaux ont été réalisés, afin d'étudier les impacts sur les prix de produits agricoles et les marchés alimentaires, particulièrement depuis la crise alimentaire de 2007-2008 (voir les récents rapports de : OCDE, FAO, IFPRI, Banque Mondiale).

Au-delà des impacts sur les prix, l'ampleur du développement des biocarburants implique directement les variables structurelles de l'agriculture mondiale. C'est dans cette perspective, que ce chapitre aborde la question des implications du développement des biocarburants.

Dans un premier temps, nous présenterons l'évolution de l'offre et de la demande du marché agricole, en insistant sur les tendances de chacune, durant les vingt dernières années. L'intérêt

---

<sup>121</sup> L. Guindé, F. Jacquet, G. Millet (2008). Impacts du développement des biocarburants sur la production française des grandes cultures. *Revue d'études en agriculture et environnement*, 89 (2008-4), pp. 55-81.

ici est d'établir le contexte de notre travail. La section qui suit porte sur les exigences en facteur de production du développement des biocarburants. En plus d'une analyse des besoins en produits agricoles, étayée par l'exemple américain ; nous nous concentrons ensuite sur le phénomène de changement d'affectation des sols causé par le développement des biocarburants.

L'objet de la section suivante porte sur les « effets prix » du développement des biocarburants. Nous décrivons les cours des matières premières agricoles, les mécanismes de détermination des prix et les impacts sur la valeur des terres agricoles. Nous terminerons ce chapitre par l'examen des échanges commerciaux des grandes cultures, en insistant plus particulièrement sur celles utilisées dans la production des biocarburants.

## **1 Evolution du marché agricole alimentaire :**

### **1.1 Evolution de l'offre agricole.**

#### **1.1.1 Utilisation des terres.**

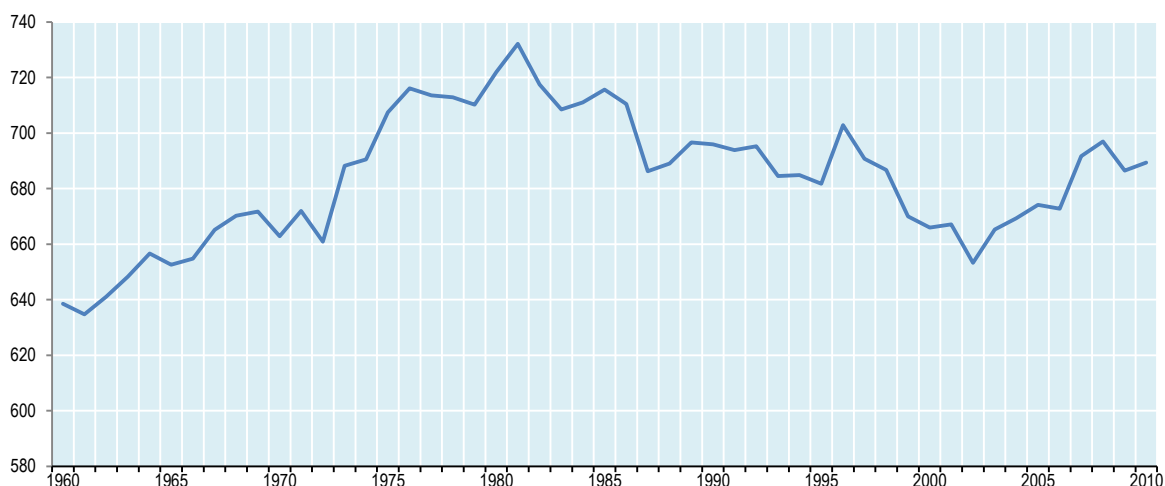
L'essentiel de la croissance de la production alimentaire mondiale est attribué à la progression des rendements, de ce fait, on enregistre très peu de variation en ce qui concerne l'évolution des surfaces de terres cultivées.

En effet, selon la FAO, près de 55 % des terres cultivées dans le monde sont dédiés aux céréales. Les surfaces des cultures céréalières (principales cultures de l'agriculture mondiale), ont peu progressé pendant ces cinquante dernières années. Elles n'ont progressé que de 8 % en cinquante ans, passant de 640 millions d'hectares en 1960 à près de 689 millions d'hectares en 2010<sup>122</sup> (Graphique 9).

---

<sup>122</sup> Base de données Earth Policy Institut 2011.

Graphique 9: Evolution des terres agricoles dédiées aux céréales 1960-2010 (millions d'hectares).



Source: Département américain de l'agriculture (USDA), production, approvisionnement et distribution. Base de données électronique: [www.fas.usda.gov/psdonline](http://www.fas.usda.gov/psdonline), mis à jour 12 août 2010.

La forme intensive qu'a adoptée l'agriculture depuis la seconde moitié du siècle dernier a permis une augmentation considérable des rendements agricoles. Ainsi, d'importants volumes de production pouvaient être réalisés sans avoir recours à une agriculture extensive. Ce qui explique la faible variation des surfaces agricoles cultivées de ces cinquante dernières années.

Cependant, l'évolution récente des rendements agricoles<sup>123</sup> laisse prévoir une reconsidération à la baisse de la productivité moyenne des terres agricoles au niveau mondial. Conjuguant cet effet à la demande croissante en biens agricoles, il apparaît inévitable que pour subvenir à cette demande l'offre agricole doit mobiliser plus de terres agricoles.

C'est dans ce contexte que plusieurs études ont été menées ces dernières années afin d'évaluer le potentiel de terres agricoles mobilisables à travers le monde.

En 2010, Agreste<sup>124</sup> a publié une étude menée à partir des trois principales bases de données<sup>125</sup> relatives à l'usage des terres agricoles dans le monde. Malgré les divergences observées sur les quantités des surfaces agricoles considérées, les résultats concordent sur la disponibilité en quantité de terres utilisables en cultures pluviales (ne nécessitant pas d'irrigation et donc à un coût d'exploitation moins élevé) en Amérique du Sud et en Afrique

<sup>123</sup> La baisse du rythme d'évolution des rendements agricoles observée depuis le début des années 1990. Cf. partie : évolution des rendements agricoles.

<sup>124</sup> Roudart, L. (2010). Terres cultivables et terres cultivées : apport de l'analyse croisée de trois bases de données à l'échelle mondiale. Notes et Etudes Socio-économiques, n° 34, décembre 2010, pp57-95.

<sup>125</sup> Les principales bases de données FAO, GAEZ et SAGE ont des approches différentes pour l'appréciation de surfaces agricoles, statistique pour la FAO, images satellitaires pour le GAEZ et combinée pour SAGE.

subsaharienne. Les régions qui disposent de superficies en terres sans contraintes<sup>126</sup> sont l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud (plus de 80 millions d'ha dans chaque cas), l'Asie du Sud, l'Europe de l'Est et l'Afrique de l'Est (plus de 30 millions d'ha dans chaque cas) ; ce qui nous fait un total, pour ces régions, d'environ 250 millions d'ha de terres « sans contraintes » mobilisables. Ici les terres considérées comme « sans contraintes », sont celles dont l'exploitation ne nécessite aucun investissement majeur pour leur mise en culture.

Dans un spectre plus large de terres agricoles mobilisables, les chiffres sont nettement plus importants. La FAO et GAEZ (2005) estiment que seules 38 % des terres pluviales sont effectivement cultivées dans le monde, avec 1 563 millions d'ha sur 4 152 millions.

Cette apparente disponibilité des terres, doit être néanmoins relativisée. Outre l'imprécision des estimations, l'extension des zones urbaines sur des terres agricoles, la toxicité des sols, et les changements climatiques, sont autant de paramètres qui affectent négativement les prévisions citées précédemment.

### 1.1.2 L'évolution des rendements agricoles.

L'amélioration des rendements agricoles a été le moteur de l'accroissement de la production mondiale après la seconde guerre mondiale. L'évolution future des rendements agricoles mondiaux déterminera dans quelle mesure l'offre agricole pourra faire face aux usages alimentaires et non-alimentaires des produits agricoles.

**Tableau 22 : Taux de croissance annuel moyen des rendements céréaliers (1950-2010).**

Décennies.	Taux de croissance annuel moyen.
1950-1960	1,9 %
1960-1970	2,4 %
1970-1980	2,0 %
1980-1990	2,5 %
1990-2000	0,9 %
2000-2010	1,5 %

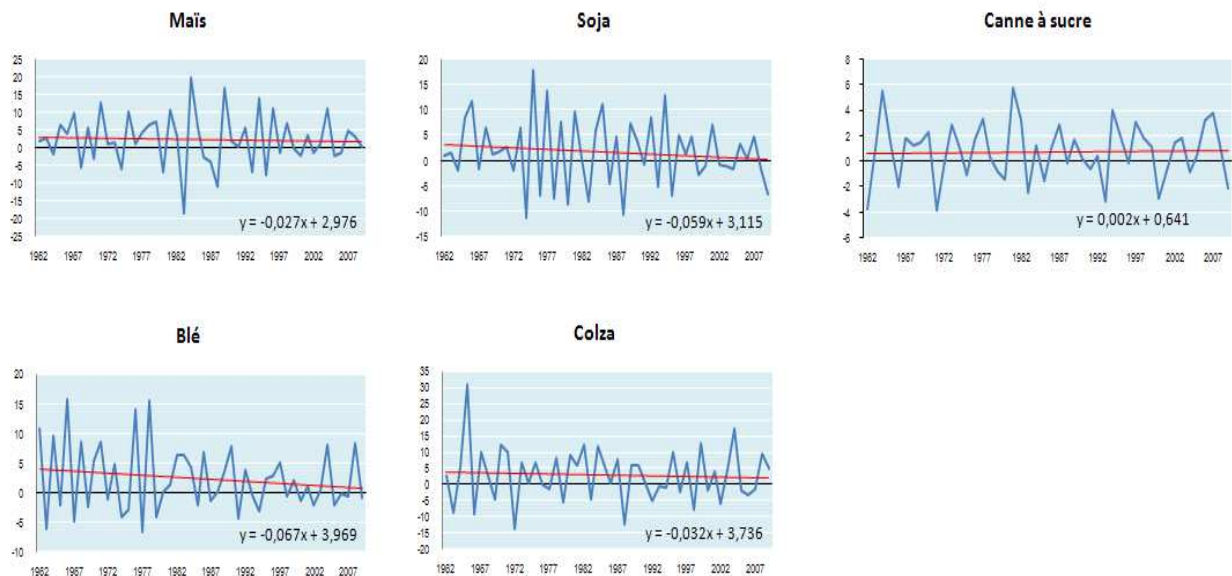
Source : Base de données Earth Policy Institut 2011.

Les rendements céréaliers ont connu une nette amélioration depuis les années 1960. La moyenne mondiale de production à l'hectare est passée de 1,06 à 3,21 tonnes entre 1960

<sup>126</sup> Sous-entendu par contraintes : climat trop froid, trop sec, terres trop pentues ou aux sols inaptes.

et 2010<sup>127</sup>. Néanmoins, l'évolution des rendements des vingt dernières années marque un ralentissement. L'évolution des rendements passe de 2,18 % en moyenne annuelle entre 1950 et 1990, à 1,13 % entre 1990 et 2010. Toutes les études menées, ces dix dernières années, s'accordent pour dire que les deux dernières décennies ont été marquées par un ralentissement de la progression des rendements agricoles mondiaux.

**Graphique 10 : Evolution des rendements annuels des principales matières premières utilisées dans la fabrication des biocarburants entre 1962 et 2009.**



Source : Base de données FAOSTAT 2011. Disponible sur : <http://faostat.fao.org/>

Les données portant sur la période 1962 à 2009 (Graphique 10), font apparaître une réduction de la progression des rendements annuels moyens en pourcentage des principales cultures utilisées pour la production de biocarburants ; à l'exception des cultures de canne à sucre qui semblent avoir maintenu une progression stable. La diminution a été particulièrement marquée pour les cultures de blé et de soja avec une baisse de - 6,7% et de - 5,9 % respectivement.

Différentes raisons sont avancées pour expliquer cette baisse de rendement. Une partie de cette baisse peut être expliquée par la perte de la fertilité naturelle des sols dans les régions aux cultures intensives. En effet, une tonne additionnelle d'engrais azoté permettait de produire, dans les années 1960, 25 tonnes supplémentaires de céréales, ce bénéfice tombait à 20 tonnes dans les années 1970 puis à 13 dans les années 1980 (Smil V. 2000)<sup>128</sup>. Par ailleurs,

<sup>127</sup> Base de données Earth Policy Institut.

<sup>128</sup> Smil, V. (2000). Feeding the World. The MIT Press, Cambridge MA USA, p. 360.

les années 1990 ont été marquées par un changement de cap des politiques agricoles des pays développés, préconisant une agriculture moins polluante – dans un contexte de surproduction – ainsi, une partie de la baisse de rendement peut être imputée à une utilisation plus modérée des engrais chimiques.

D'autres facteurs peuvent être pris en considération, comme le changement climatique qui contribue à accélérer la dégradation des terres (désertifications, érosion, salinisation montée des eaux). Lobell et Field (2007)<sup>129</sup>, estiment qu'entre 1981 et 2002, les pertes annuelles engendrées par le réchauffement climatique pour les cultures de blé, de maïs, et d'orge associées, sont de l'ordre de 40 millions de tonnes. Même si le chiffre avancé reste insignifiant, le réchauffement climatique étant de plus en plus important, les conséquences sur la production agricole pourraient devenir sérieuses. En 2008, la FAO concluait que les catastrophes naturelles – liées au réchauffement climatique (GIEC 2007) – sont pour partie responsables de la montée des prix des denrées alimentaires.

Les rendements agricoles au courant de cette dernière décennie semblent avoir repris, mais ils restent néanmoins inférieurs à ceux qu'on a pu connaître dans les années 1970 et 1980. Alors même que les prix étaient très élevés – ce qui laisse supposer que l'incitation à la production était forte et les efforts ont été augmentés – les rendements n'ont cependant pas été à la hauteur de ceux atteints auparavant.

Quant à l'évolution des rendements pour les années à venir, plusieurs études prospectives ont été menées récemment. Les résultats varient en fonction des hypothèses, des paramètres, et des scénarios pris en considération. Dans une note d'analyse du CEP<sup>130</sup>, les auteurs étudient en détail quatre exercices de prospective sur la sécurité alimentaire à l'horizon 2050 : Outlook FAO (2009), Agrimonde (INRA-CIRAD, 2009), l'étude de l'Institut de socio-écologie de Vienne (ISV, 2009) et la prospective de l'IFPRI (2005).

**Tableau 23 : Projections des rendements agricoles entre 2000 et 2050.**

Source	Autres éléments de mise en perspective		Scénarios d'augmentation forte des rendements.				Scénarios d'augmentation plus faibles des rendements ou de révolution doublement verte.				
	FAO 1961-2009	Gain pour atteindre 90 % du rendement potentiel.	Fourchett e haute d'autres prospectives.	FAO 2050	Agrimon de GO	ISV Tendenciel	Hypothèse basses autres prospectives.	Agrimon de G1 (hypothèse basse)	Agrimon de G1 (hypothèse haute)	ISV 100% bio	ISV 50% bio

<sup>129</sup> Lobell DB, Field CB (2007). Global scale climate – crop yield relationships and the impacts of recent warming. Environ Res Lett 2: 014002.

<sup>130</sup> Aven, M-A. Vert, J. (2011). La production agricole mondiale à l'horizon 2050 : comparaison de quatre perspectives, MAAPRAT-Centre d'études et de perspective, n° 28 Juin 2011.

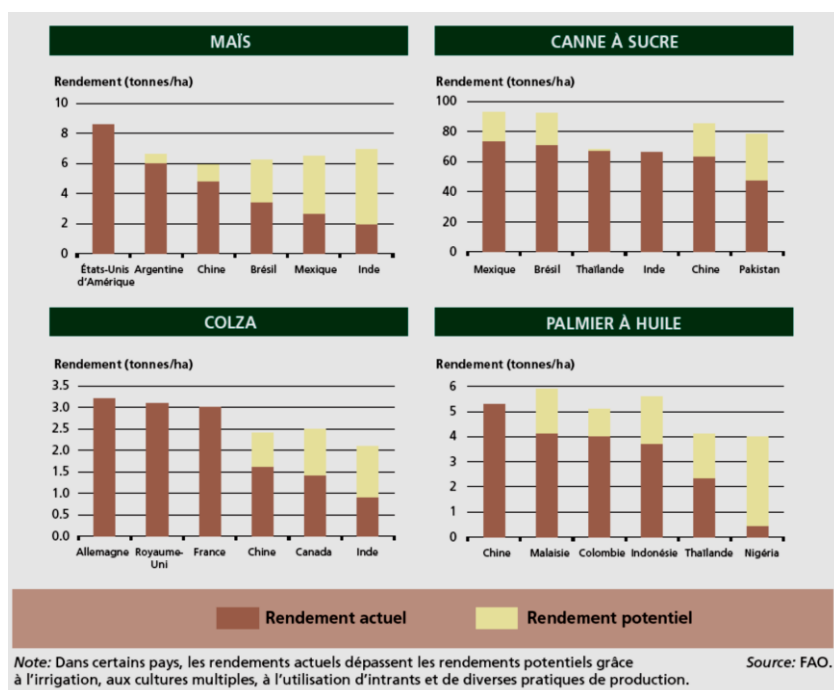


Type de rendement	Céréaliers	Maïs	Céréales t/ha	Cultures t/ha	Cultures alimentaires Kcal/ha	Cultures alimentaires tMS/ha	Céréales t/ha	Cultures alimentaires Kcal/ha	Cultures alimentaires tMs/ha		
<b>Ex-OCDE</b>	+203 % (Europe) +192 % (Am. Du Nord)	+21 % (Europe) +11 % (Am. Du Nord)	+97 % (IAAST D)	+37 %	+54 %	+49 %	+19 % (MEA)	+4,6 %	+50 %	-7,00 %	+20 %
<b>Asie</b>	+241 % (Asie de l'Est) +234 % (Asie du Sud)	+55 %	+97 % (IAAST D)	+48 % (Est) +85 % (Sud)	+77 %	+42 % (Est) +88 % (Sud)	+20 % (MEA)	±0 %	+50 %	-11 % (Est) +70 % (Sud)	+17 % (Est) +80 % (Sud)
<b>Afrique Subsaharienne</b>	+135 %	+360 %	+204 % (IAAST D)	+118 %	+145 %	+110 %	+35 % (M.Griffon)	+24 %	+97 %	+100 %	+110 %
<b>Amérique latine</b>	+116 %	+48 %	+175 % (IAAST D)	+87 %	+105 %	+88 %	+50 % (MEA)	+26 %	+86 %	+70 %	+80 %

Source : Aven M.-A. Vert J. (2011). La production agricole mondiale à l'horizon 2050 : comparaison de quatre perspectives, MAAPRAT-Centre d'études et de perspective, n° 28 Juin 2011.

Comme on peut le voir sur ce tableau (Tableau 23), il existe un écart dans l'évolution des rendements pour la période étudiée entre les différentes régions du monde. En analysant les données, on remarque qu'il existe deux tendances, d'un côté les trois régions représentatives des pays en développement Afrique Subsaharienne, Asie et Amérique latine affichent des résultats nettement supérieurs que ceux des pays de l'OCDE majoritairement des pays développés.

### Graphique 11 : Les rendements potentiels des principales matières premières utilisées dans la production des biocarburants.



Source : FAO 2008. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, p.72.

Compte tenu des contraintes environnementales et des niveaux d'intensification déjà atteints, les gains de rendement envisagés dans les pays développés seront limités. A l'inverse, du fait du faible niveau connu jusqu'à présent, les rendements agricoles des pays en développement devraient connaître une nette amélioration. Quelles que soient les études faites à ce sujet, elles s'accordent toutes pour dire que le plus grand potentiel de rendement agricole effectivement exploitable – avec les technologies existantes aujourd'hui – se trouve dans les pays en développement.

Outre l'épuisement de la fertilité naturelle des sols, et du réchauffement climatique cités auparavant, l'évolution des rendements se heurte également à deux autres limites. D'une part, l'extension des surfaces cultivées devrait se faire majoritairement sur des terres moins fertiles (terres marginales, dégradées, réhabilitées...etc.)<sup>131</sup>. D'autre part, la raréfaction des ressources hydriques constitue un frein de taille pour l'agriculture (qui utilise 70 % des ressources mondiale en eau douce), d'autant plus que les régions les plus concernées par ce phénomène sont celles où les plus forts gains sont attendus (ex : Afrique Subsaharienne).

Cette analyse des rendements nous permet de distinguer deux éléments importants. D'abord, l'évolution future des rendements semble incertaine, essentiellement du fait de sa dépendance au facteur climatique peu prévisible. Il semble que même en formulant l'hypothèse de conditions climatiques « normales », le rapport de la FAO table sur une faible variation des rendements à l'échelle mondiale (1,1 % d'ici 2020). Second point important, c'est que l'étude de la disparité géographique du potentiel d'amélioration de productivité agricole valorise les pays en développement. Ces derniers disposent d'un fort potentiel d'amélioration de rendements agricoles non-exploité. Son exploitation est de plus en plus envisagée afin de relâcher la tension qui pèse sur le marché agricole mondial.

## **1.2 Évolution de la demande agricole.**

### **1.2.1 Croissance démographique.**

L'évolution des usages alimentaires est la résultante de deux variables, la croissance démographique et la variation de consommation individuelle.

---

<sup>131</sup> Sachant que les terres les plus fertiles ont été déjà exploitées.

**Tableau 24 : Ralentissement de la croissance démographique.**

Pourcentage de croissance annuelle de la population.		
	2000 - 2009	2010 - 2019
<b>Monde</b>	1,22	1,06
<b>Afrique</b>	2,35	2,22
<b>Amérique latine et Caraïbes</b>	1,22	0,93
<b>Amérique du Nord</b>	0,99	0,87
<b>Europe</b>	0,27	0,06
<b>Asie et Pacifique</b>	1,19	0,98
<b>Chine</b>	0,67	0,57
<b>Inde</b>	1,54	1,20
<b>Pays d'Océanie développés</b>	1,16	0,94

Note : La croissance annuelle moyenne est calculée selon la méthode des moindres carrés.

Source : ONU 2008. Perspectives des Nations Unies relatives à la population mondiale (2008 Révision).

Le trend de la croissance démographique est décroissant depuis plusieurs décennies déjà, cette tendance devrait se confirmer pour les années à venir. En 2009, la FAO annonçait une croissance démographique mondiale de 1,06 % à l'horizon 2019. Pour cette période, les pays Européens continuent d'afficher des taux bas avec une moyenne annuelle de 0,1 %, la Corée et le Japon connaîtront pour leur part une baisse de 0,25 %<sup>132</sup>. Les taux les plus élevés seront enregistrés en Afrique 2,22 % et en Inde 1,2 %. La population des pays en développement comptera pour plus de 80 % de la population mondiale attendue en 2030. Même si ces pays affichent les taux de croissance démographique les plus élevés, ils sont toutefois en passe de ralentir comparé à la décennie précédente.

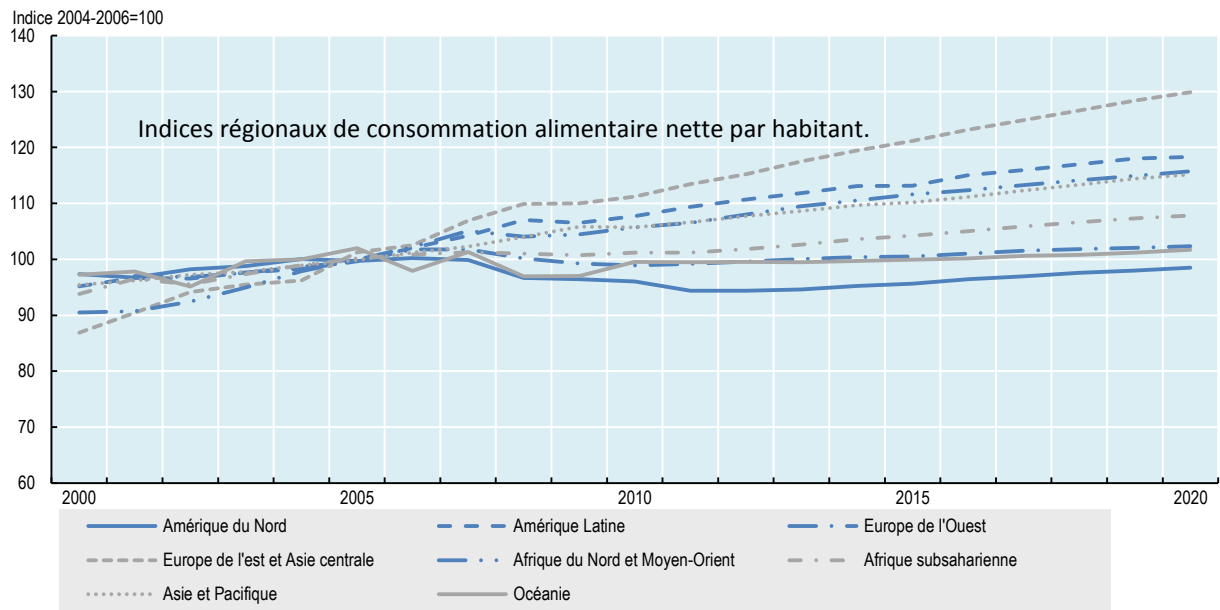
### **1.2.2 Changement d'habitudes alimentaires.**

De la même manière, la consommation alimentaire par habitant évolue dans le même sens que la croissance démographique. Tandis que la consommation alimentaire des habitants d'Amérique du Nord et d'Europe occidentale stagne, celle des habitants d'Europe de l'Est et d'Amérique Latine est en constante croissance. Une tendance qui devrait perdurer dans les prochaines années.

---

<sup>132</sup> FAO OCDE (2012). Chap. 3 : Macroéconomie et hypothèses sur l'action des pouvoirs publics, Croissance démographique. In : Perspectives agricole de l'OCDE et de la FAO 2010-2019. Paris : Edition OCDE, p 93.

**Graphique 12 : Evolution de la consommation alimentaire par habitant dans le monde.**

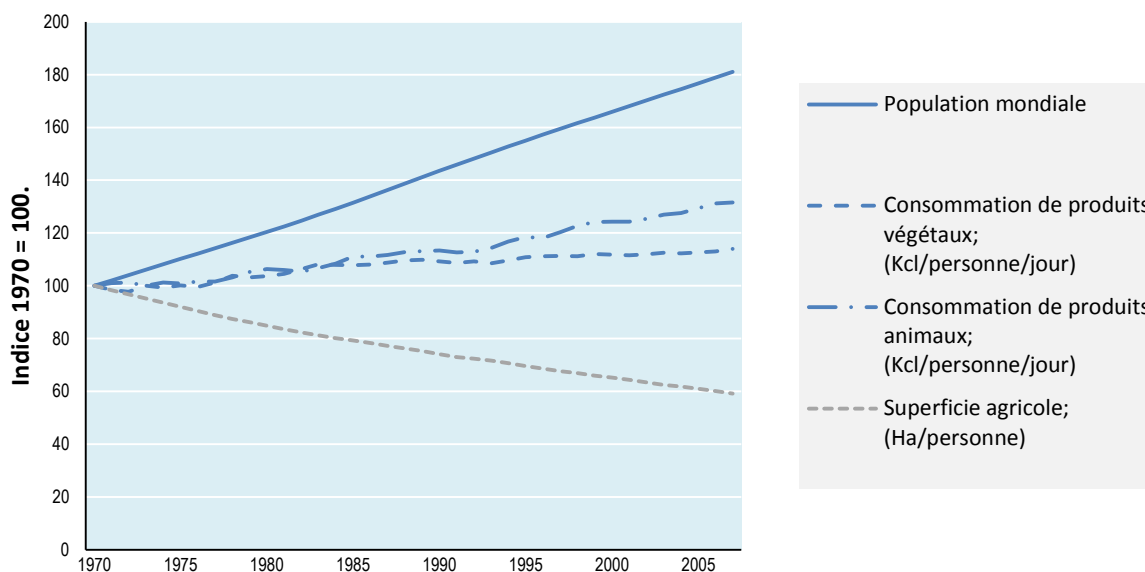


Note : Ces indices sont calculés pour mesurer les variations du volume global de la consommation alimentaire des produits pris en considération dans le rapport des perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. La consommation est en l'occurrence pondérée par les prix de référence internationaux des produits en question sur la période 2004-2006.

Source : OCDE et de la FAO (2011). Chap. 1 : Vue d'ensemble. Paragraphe : C'est dans les pays en développement que la croissance est la plus forte. In : Perspectives agricole de la FAO et de l'OCDE 2010-2019. Paris : Edition OCDE, p 93.

Ce phénomène concerne surtout les nouveaux pays industrialisés qui connaissent un accroissement des niveaux moyens des revenus, car une plus grande propension à consommer est consacrée à la consommation alimentaire.

**Graphique 13 : Evolution de la population mondiale, des terres agricoles et de la consommation alimentaire par tête entre 1970 et 2007.**



Source : Base de données en ligne FAOSTAT Juin 2011. Disponible sur : <http://faostat.fao.org/>

Depuis deux décennies maintenant, on remarque un changement dans les schémas mondiaux de consommation. Effectivement, les habitudes de consommation des pays en développement sont en train de changer pour s'aligner sur le modèle de consommation des pays occidentaux, impliquant un redoublement des besoins en produits animaux (viande, lait, et produits laitiers). Ainsi, on observe depuis la seconde moitié des années 1990 que la consommation de produits animaux augmente plus rapidement que celle des produits végétaux.

Si la FAO prévoit dans son rapport<sup>133</sup> de 2011 un ralentissement de la croissance de la consommation de viande pour la prochaine décennie – à cause d'un prix élevé, dû essentiellement à l'augmentation des prix des intrants – la consommation en termes absolus reste néanmoins élevée<sup>134</sup>. Ce même rapport annonce que la part d'accroissement de la demande pour l'année 2020 se répartira comme suit : 56 % pour Asie-Pacifique, 18 % pour Amérique Latine, 8 % pour Amérique du Nord, 7 % pour l'Afrique et l'Europe séparément, et 4 % pour le reste du monde<sup>135</sup>.

<sup>133</sup> OCDE FAO (2011). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Paris : Edition OCDE, 2011.

<sup>134</sup> OCDE FAO (2011). Viande, Consommation (chap. 7). In : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Paris : Edition OCDE, p 156.

<sup>135</sup> OCDE FAO (2011). Viande, Consommation (chap. 7). In : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Paris : Edition OCDE, p.159.

Par ailleurs, les besoins en matières premières agricoles (céréales, tourteaux protéiques) pour l'alimentation animale associés aux nécessités de surfaces de pâturage, accentuent les tensions sur l'usage de terres agricoles.

En récapitulant, la progression de la consommation alimentaire mondiale a toujours été couverte par l'amélioration des rendements agricoles réalisés jusqu'alors. Néanmoins, la part grandissante de la population des pays en développement, additionnée aux changements d'habitudes alimentaires, solliciteront plus de terres pour les pâturages et plus de terres cultivées. Le changement de régime alimentaire, mobilisera à lui seul, entre 144 et 334 millions d'hectares de terres agricoles supplémentaires d'ici 2020 (Renewable Fuel Agency, 2008)<sup>136</sup>. Avec les rendements agricoles attendus, il apparaît évident que les seuls besoins alimentaires engageront inévitablement une extension considérable des terres cultivées.

## **2 Les besoins agricoles pour la production de biocarburants :**

### **2.1 Croissance de la demande de matière première pour la production de biocarburants.**

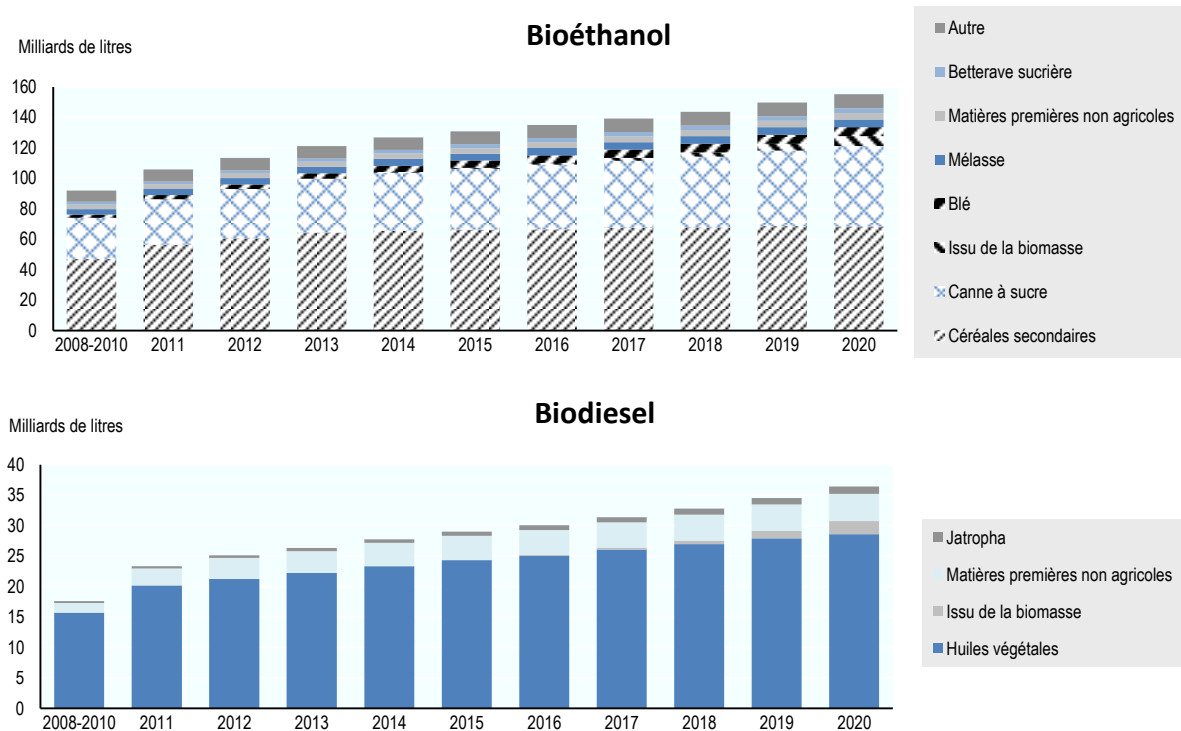
Pour rappel, la production de bioéthanol et de biodiesel peut se faire à partir de plusieurs matières premières. Les unités de production d'éthanol en service actuellement utilisent pour la plupart des plantes amylacées ou sucrières. La production est essentiellement dérivée de céréales en Europe et aux Etats-Unis, et de canne à sucre au Brésil. D'autres matières peuvent être utilisées comme la betterave à sucre, le sucre de sorgho ou le manioc.

La production de biodiesel fait appel aux huiles végétales, à l'heure actuelle elle est issue des huiles de colza, de tournesol et de palme (importée d'Asie) en Europe, et exclusivement de soja sur le continent américain. Là encore, d'autres matières premières peuvent être utilisées comme l'huile de coco ou encore le Jatropha.

---

<sup>136</sup> Renewable Fuel Agency (2008). The Gallagher Review of the indirect effects of biofuels production. The Gallagher Review. Disponible sur : [http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/UNIDO\\_Header\\_Site/Subsites/Green\\_Industry\\_Asia\\_Conference\\_Maanila\\_GC13/Gallagher\\_Report.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/UNIDO_Header_Site/Subsites/Green_Industry_Asia_Conference_Maanila_GC13/Gallagher_Report.pdf)

**Graphique 14 : Evolution de la production mondiale de biocarburants par matière première utilisée.**



Source : OCDE FAO (2011). Evolution de la production mondiale de bioéthanol par matière première utilisée – Évolution de la production mondiale de biodiesel par matière première utilisée. In : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Paris : Edition OCDE, p. 99-100.

Les graphiques ci-dessus (Graphique 14) illustrent les productions actuelles et projetées des biocarburants par matière première utilisée.

Entre 2008 et 2010, plus de 80 % de l'éthanol produit dans le monde était issu de céréales secondaires et de canne à sucre. La mélasse, le blé et la betterave sucrière ne participaient qu'à hauteur de 4%, 2,30% et 1,86% respectivement. Pour la même période, le bioéthanol produit dans les pays développés est dérivé à 89 %<sup>137</sup> de maïs, imputable en grande partie à la production américaine d'éthanol. Selon les projections faites par la FAO et l'OCDE (graphique ci-dessus), les céréales secondaires et la canne à sucre devraient rester les principales matières premières utilisées dans la production mondiale d'éthanol. Cependant, on s'attend à un repli de la part des céréales secondaires, pour une plus grande utilisation de canne à sucre<sup>138</sup>. Le bioéthanol cellulosique (bioéthanol de seconde génération) devrait jouer

<sup>137</sup> OCDE FAO (2011). Matières premières utilisées dans la production de biocarburants. In : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Paris : Edition OCDE, p99.

<sup>138</sup> Selon ce même rapport de la FAO, l'utilisation de blé devrait croître pour atteindre 6 % des matières premières utilisées dans la production d'éthanol en 2020.

un rôle de plus en plus prépondérant dans les prochaines années. Une production mondiale conséquente devrait voir le jour à partir de 2017 (OCDE-FAO 2011).

Les huiles végétales comestibles représentent près de 90 % des matières premières utilisées dans la fabrication de biodiesel dans le monde. La production européenne de biodiesel est essentiellement dérivée d'huiles de colza et de tournesol issus de cultures européennes, complétée par le soja en provenance d'outre-Atlantique et l'huile de palme asiatique à hauteur de 15 % environ<sup>139</sup>. Le biodiesel produit sur le continent américain est majoritairement issu de soja. L'huile de palme cultivée en Amérique latine devrait voir sa part augmenter dans les prochaines années tout en restant secondaire comparée à la prédominance des cultures de soja. Par ailleurs, l'utilisation des graisses animales et de suif pour la production de biodiesel est prometteuse du fait de l'importance des filières d'élevage surtout en Amérique-du-Sud (OCDE-FAO 2011). Enfin, les matières premières utilisées dans la fabrication de biodiesel asiatique sont plus hétérogènes, cependant, la principale huile utilisée reste l'huile de palme suivie loin derrière par le Jatropha.

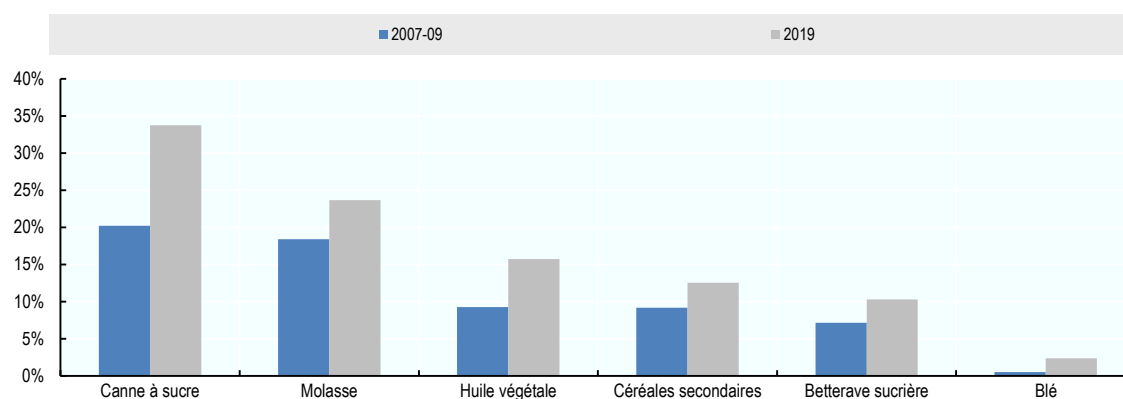
Comme on vient de le voir, la production mondiale de biocarburants absorbe une part importante du marché mondial des produits agricoles. Entre 2007 et 2009, la production mondiale d'éthanol a utilisé plus de 20 % de la production mondiale de canne à sucre, 18 % de mélasse, 9 % de céréales secondaires, 7 % de la betterave sucrière et 0,5 % de blé. Pour cette même période, la production de biodiesel dans le monde a consommé 10 % de l'ensemble des huiles végétales produites dans le monde (Graphique 15).

---

<sup>139</sup> Entre 2008 et 2010 14, 97 % en moyenne, du biodiesel consommé en Europe était importé. Base de données : FAO-OCDE 2011.



**Graphique 15 La part de l'utilisation des biocarburants dans la production agricole mondiale.**



Source : OCDE FAO (2010). L'utilisation des biocarburants représente une part importante dans la production mondiale de céréales, sucre et d'huile végétale. In : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2010-2019. Paris : Edition OCDE.

Les niveaux de consommation futurs – en référence des objectifs de consommation annoncés par les politiques de soutien des différentes régions du monde – laissent prévoir des exigences en produits agricoles accrues au courant des années à venir. En 2011, les prévisions de l'OCDE et de la FAO annonçaient que d'ici 2020, 21 % de l'augmentation de la production mondiale de céréales secondaires, 29 % des huiles végétales et 68 % de canne à sucre devraient être consacrés aux biocarburants<sup>140</sup>. On aboutira à des parts de 33,7 % de canne à sucre, plus de 18% de molasse, près de 10 % d'huiles végétales et de céréales secondaires, plus de 7 % de betterave sucrière et de près de 3 % de blé qui seront transformés en biocarburants (à comparer aux niveaux de 2007-2009 cités précédemment).

### **2.1.1 L'exemple de la production d'éthanol aux Etats-Unis.**

Afin d'avoir une représentation à l'échelle nationale de l'utilisation des matières premières pour la production de biocarburants, nous analyserons l'évolution de la part de production de maïs étasunien transformée en éthanol depuis 2000. Ce cas est d'autant plus intéressant que les Etats-Unis sont les principaux exportateurs et les plus gros producteurs de maïs dans le monde.

L'éthanol raffiné aux Etats-Unis est dérivé principalement de maïs, exclusivement issu de production domestique. La croissance effrénée dont il a fait l'objet cette dernière décennie, s'est traduite par une part grandissante de maïs transformée en bioéthanol. Depuis 2000 celle-ci a progressé de 15 % en moyenne chaque année, pour atteindre plus de 40 % de la

<sup>140</sup> OCDE FAO (2011). Biocarburants, Matières premières utilisées dans la production de biocarburants (Chap. 3). In : Perspective agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Paris : Edition OCDE, p. 101.

production totale de maïs américain (l'équivalent de 127 millions de tonnes en 2011). Comme on peut le voir sur le tableau ci-dessous (Tableau 25), ce n'est qu'à partir de 2005 – année où les mesures de soutien au développement des biocarburants ont été renforcées – que l'accélération est la plus marquée (25 % en moyenne depuis 2005). Il est important de noter que cette évolution survient alors qu'on connaissait une crise alimentaire durant cette période, avec des cours de produits alimentaires record, ce qui ne semble pas avoir altéré cette course.

**Tableau 25 Production de maïs utilisé dans la production d'éthanol aux Etats-Unis.**

Années	Production de Maïs (en millions de tonnes).	Maïs utilisé dans la production d'éthanol (millions de tonnes).	Part en %.	Production d'éthanol (million de gallons).
<b>2000</b>	252	16,0	6,35	<b>1 630</b>
<b>2001</b>	241	18,0	7,44	<b>1 766</b>
<b>2002</b>	228	25,3	11,10	<b>2 153</b>
<b>2003</b>	256	29,7	11,57	<b>2 805</b>
<b>2004</b>	300	33,6	11,20	<b>3 409</b>
<b>2005</b>	282	40,7	14,42	<b>3 898</b>
<b>2006</b>	268	53,8	20,12	<b>4 856</b>
<b>2007</b>	331	77,5	23,38	<b>6 486</b>
<b>2008</b>	307	93,4	30,40	<b>9 238</b>
<b>2009</b>	333	114,3	34,32	<b>10 725</b>
<b>2010</b>	316	119,4	37,78	<b>11 993</b>
<b>2011</b>	314	127	40,44	-
<b>2012*</b>	274	114	41,6	-

\* : données estimées.

Source: Compiled by Earth Policy Institute from U.S. Department of Agriculture (USDA), Production, Supply and Distribution, electronic database, at [www.fas.usda.gov/psdonline](http://www.fas.usda.gov/psdonline), updated 8 March 2013; corn for ethanol from USDA, Feed Grains Database, electronic database, at [www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database.aspx](http://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database.aspx), updated 19 March 2013.

La norme *Renewable Fuels Standard* (RFS2) prévoit un niveau de consommation de 36 milliards de gallons d'ici 2022, dont 15 milliards de gallons d'éthanol de première génération tel qu'on le conçoit actuellement. Toutes proportions gardées, il faudra environ 143<sup>141</sup> millions de tonnes de maïs pour atteindre les 15 milliards de gallons. Au vu de ces objectifs, les besoins en matières premières (principalement de maïs) seront considérables. En plus des tensions engendrées sur le marché intérieur des Etats-Unis, de moins en moins de quantités seront disponibles pour le marché international ; entre 2006 et 2009 les exportations de maïs américains ont chuté de 17,4 %, alors que pour la même période la production a progressé de 24,49 % (Earth Policy Institut (2011)) (Cf. Chap. 3 ; Analyse de l'évolution des échanges des principaux acteurs du marché international). Alors même que pendant cette période, le monde

<sup>141</sup> Estimation faite à partir des données du tableau 25. En moyenne de la décennie présentée dans le tableau : 1 gallon = 1422526942 tonnes de maïs.

connaissait une crise alimentaire, avec des niveaux de production exceptionnellement faibles, des réserves alimentaires au plus bas et des prix au plus haut.

En récapitulant, même si on annonce quelques modifications dans l'utilisation des matières premières agricoles pour la production de biocarburants au niveau mondial, celle-ci devra s'appuyer en grande partie sur les céréales secondaires et la canne à sucre pour l'éthanol et les huiles végétales alimentaires pour le biodiesel. Entre 2008 et 2010, la consommation de céréales secondaires pour la production de bioéthanol représentait 118,4 millions de tonnes dans les pays développés alors que seules 5,2 millions de tonnes ont été utilisées dans les pays en développement.<sup>142</sup>

Concernant la pression dont est responsable la production de biocarburants sur le marché des produits agricoles, toute substitution de matière première agricole par une autre de même nature agricole, aboutira au même effet de tension sur le marché<sup>143</sup>. Seules les matières premières non agricoles sont à même d'apaiser cette pression. Les graisses animales et les huiles usagées pour la production de biodiesel constituent une réelle solution, mais le faible potentiel de production restreint leur influence sur le marché. Par ailleurs, l'utilisation de biomasse tributaire des progrès scientifiques, devrait permettre une production à grande échelle à partir de 2015. C'est actuellement, la seule voie de taille à résoudre le problème de tension sur le marché agricole.

## **2.2 Le changement d'affectation des terres agricoles.**

De la même manière que l'offre agricole sur le marché, les surfaces cultivées dédiées à la production de biocarburants sont en expansion. Alors qu'en 2004, seuls 0,9 % (13,8 millions d'hectares) de la surface globale cultivée était consacré à la production de biocarburants, en 2008, ce taux est passé à 2,3 %, soit l'équivalent de 35,7 millions d'hectares (Bringezu, S. et al. (2009))<sup>144</sup>. La forte demande en biocarburants s'est inévitablement traduite par l'augmentation des cultures énergétiques, cette croissance concerne essentiellement les Etats-

---

<sup>142</sup> OCDE FAO (2011). Céréales. Consommation de céréales secondaires dans les pays développés et les pays en développement (Chap. 4). In : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Paris : Edition OCDE, p.117.

<sup>143</sup> Le fait qu'on utilise les mêmes facteurs de production (terres, intrant, main d'œuvre...etc.) fait qu'on aboutira finalement à un détournement de la production.

<sup>144</sup> UNEP (2009). Impacts through increased demand and land use change. In : Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels. UNEP, 2009, p. 63.

Unis et le Canada (17,5 millions d'hectares), l'Union Européenne (8,3 millions d'hectares) et l'Amérique Latine (6,4 millions d'hectares).

C'est pour subvenir à la demande de biocarburants qu'on assiste aujourd'hui à une extension conséquente de terres agricoles au niveau mondial, exerçant une plus grande tension sur les terres déjà exploitées, arrivant à peine à pourvoir aux besoins alimentaires.

C'est pour cette raison, entre autres, que l'Union Européenne a reconsidéré ses besoins en matière de terres agricoles mises en réserve. Il est désormais possible pour les agriculteurs européens de cultiver les parcelles mises en jachère en vue d'une culture énergétique. Toujours dans cette optique, le recours à l'importation de biocarburants (ou de matière première) contribue aux changements d'affectation des sols, et par la même aux pressions sur le foncier agricole. Là aussi, le recours précoce de la communauté européenne – à partir de 2006 – pour satisfaire la demande en biocarburants en est un exemple caractéristique du changement d'affectation des sols « indirecte » (voir plus bas).

L'exemple brésilien est intéressant, puis qu'il nous permet d'avoir un certain recul quant aux conséquences des biocarburants en matière de changement d'affectation des sols.

Depuis le lancement du programme *Proalcool* dans les années 1970, les superficies plantées en canne à sucre au Brésil sont passées de 1,4 million d'hectares à 8,5 millions d'hectares en 2009<sup>145</sup>. Cette expansion a exercé deux types d'impacts, un impact direct qui consiste en la conversion des écosystèmes en culture de canne à sucre, et un impact indirect appelé aussi changement d'affectation indirecte. Les changements indirects sont occasionnés par l'accaparement des terres agricoles pour les cultures de canne à sucre aux dépens d'autres cultures. En effet, l'utilisation accrue des territoires agricoles pour la culture de canne à sucre, peut pousser les pâturages et les autres cultures à l'utilisation d'autres espaces menant parfois à la conversion d'espaces naturels détériorant ainsi la biodiversité. Cela a d'ailleurs été le cas durant les années 1970 et 1980, où l'expansion motivée par le programme *Proalcool*, s'est concentrée dans la région du Centre-Sud du pays au détriment des pâturages et des cultures vivrières (Rodrigues, D. et Ortiz, L. (2006))<sup>146</sup>. De nos jours, et selon la compagnie nationale d'approvisionnement (CONAB), près des deux tiers des nouvelles plantations de canne-à-

---

<sup>145</sup> FAOSTAT en ligne.

<sup>146</sup> Rodrigues, D. et Ortiz, L. (2006). Sustainability of ethanol from Brazil in the context of demanded biofuels imports by The Netherlands. Friends of the Earth Brazil, October 2006. Disponible sur : [http://np-net.pbworks.com/f/Rodrigues+%26;+Ortiz+\(2006\)+Brazil+Ethanol+Sustainability,+NatBrazil+%26;+VitaeCivilis.pdf](http://np-net.pbworks.com/f/Rodrigues+%26;+Ortiz+(2006)+Brazil+Ethanol+Sustainability,+NatBrazil+%26;+VitaeCivilis.pdf)

sucré dans le sud-est du pays se situent sur des terres qui étaient utilisées pour les pâturages, le reste était utilisé pour d'autres cultures.

Par ailleurs, la forte augmentation de production de biodiésel qu'a connu le Brésil récemment a engendré une expansion rapide des cultures. L'ensemble des étendues consacrées pour la culture de soja représentaient 23 millions d'hectares en 2005, ce chiffre pourrait être porté à 100 millions d'ha dans les prochaines années (Kaltner, F. et al. (2005))<sup>147</sup>.

C'est suite à ces évolutions rapides, propices au débordement, qu'en septembre 2009, le président Luiz Inácio Lula da Silva, instaurait le zonage agro-écologique de la canne à sucre, dans le but d'orienter l'expansion des cultures et de la protection de la forêt amazonienne.

Dans le Sud-est asiatique, l'île de Sumatra (Indonésie) et l'île de Bornéo (Malaisie) sont aujourd'hui devenues une référence en matière de destruction de forêts tropicales causées par le développement de biocarburants. En Asie du Sud-est l'expansion des plantations de palmiers à l'huile est une des principales causes de la destruction des forêts tropicales humides (Hooijer et al. (2006)<sup>148</sup>; PNUE (2007)<sup>149</sup>; Pastowski et al. (2007)<sup>150</sup>). Ce phénomène a débuté dans les années 1990, sous l'impulsion des industries agroalimentaire et cosmétique rejointes depuis quelques années par l'industrie des agrocarburants.

Une large partie de la production des cultures malaisienne et indonésienne est destinée à l'exportation. Jusqu'à récemment, la croissance de la consommation de biocarburants dans le monde – notamment le biodiesel européen – rythmait l'extension des terres agricoles du Sud-est asiatique. Ces dernières années, 95 % de l'augmentation de la production d'huile de palme en Malaisie et en Indonésie ont été motivés par la demande de biodiesel. Les terres dédiées à la production de biocarburants en Indonésie ont été multipliées par cinq en l'espace de 3 ans (Zhou, A. et Thomson, E. (2009)<sup>151</sup>).

---

<sup>147</sup> Kaltner, F. et al. (2005). Liquid Biofuels for Transportation in Brazil. Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy in the 21st Century.

<sup>148</sup> Hooijer, A. et al. (2006). Peat-CO2. Assessment of CO2 emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics Report Q3943. Amsterdam, 2006.

<sup>149</sup> PNUE (2007). The last stand of the orangutan. State of emergency: illegal logging, fire and palm oil in Indonesia's national parks. Rapid Response Assessment.

<sup>150</sup> Pastowski, A. et al. (2007). Sozial-ökologische Bewertung der stationären energetischen Nutzung von importierten Biokraftstoffen am Beispiel von Palmöl. Endbericht zur gleichnamigen Studie im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Wuppertal Institut, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (IFEU), Wilhelm Merton-Zentrum; Wuppertal, Heidelberg, Würzburg.

<sup>151</sup> Zhou, A. et Thomson, E. (2009). The development of biofuels in Asia. Applied Energy, Vol. 86, Elsevier, nov 2009. S11-S20.

Toutefois, des mesures ont été adoptées par les pays développés dans le but d'assurer le caractère durable, des biocarburants ainsi que leur approvisionnement en matière première. C'est notamment le cas de la dernière Directive européenne sur les biocarburants qui impose des critères environnementaux pour les biocarburants importés<sup>152</sup>.

**Tableau 26 : Demande mondiale et superficie consacrée aux matières premières utilisées pour les biocarburants.**

	2005	2007	2017	2005 à 2007			2007 à 2017		
				Valeur	%	% par an	Valeur absolue	%	% par an
<b>Blé et céréales secondaires</b>									
<b>Demande totale, Mt</b>	1622	1702	1930	80	4,90 %	2,50 %	228	13,40 %	1,30 %
<b>Dont biocarburants, Mt</b>	46	93	172	47	102,20 %	51,10 %	79	84,90 %	8,50 %
<b>Dont biocarburants, %</b>	2,80 %	5,50 %	8,90 %	-	-	-	-	-	-
<b>Production totale, Mt</b>	1615	1661	1906	46	2,80 %	1,40 %	245	14,80 %	1,50 %
<b>Zones cultivées, Mha</b>	525	531	539	6	1,10 %	0,60 %	8	1,50 %	0,20 %
<b>Rendement, t/ha</b>	3,08	3,13	3,536	0,05	1,70 %	0,80 %	0,41	13,00 %	1,30 %
<b>Oléagineux et huiles végétales</b>									
<b>Demande totale, Mt</b>	96	105	143	9	9,40 %	4,70 %	38	36,20 %	3,60 %
<b>Dont biocarburants, Mt</b>	4	9	21	5	<b>125,00 %</b>	<b>62,50 %</b>	12	133,30 %	13,30 %
<b>Dont biocarburants, %</b>	4,20 %	8,60 %	14,70 %	-	-	-	-	-	-
<b>Production totale, Mt</b>	99	106	143	7	7,10 %	3,50 %	37	34,90 %	3,50 %
<b>Zones cultivées, Mha</b>	145	142	164	-3	<b>-2,10 %</b>	<b>-1,00 %</b>	22	15,50 %	1,50 %
<b>Rendements, t/ha</b>	0,68	0,75	0,872	0,06	9,30 %	4,70 %	0,13	16,80 %	1,70 %
<b>Matières premières pour les biocarburants.</b>									
<b>Demande totale, Mt</b>	1718	1807	2073	89	5,20 %	2,60 %	266	14,70 %	1,50 %
<b>Dont biocarburants, Mt</b>	50	102	193	52	104,00 %	52,00 %	91	89,20 %	8,90 %
<b>Dont biocarburants, %</b>	2,90 %	5,60 %	9,30 %	-	-	-	-	-	-

Source: Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels. UNEP, 2009. p 41.

Ce tableau a été réalisé par les auteurs sur la base de l'OCDE-FAO 2008.

<sup>152</sup> La Directive de 2009 sur les biocarburants, exclu tout biocarburant dérivé de matière première issue de terres de grande valeur en termes de biodiversité, des terres présentant un important stock de carbone ou de tourbières.

Alors que les auteurs de ce tableau prévoyaient qu'on utiliserait 8,90 % de la production mondiale de blé et de céréales secondaires pour les biocarburants en 2017 ; les derniers chiffres annoncés par la FAO et l'OCDE en 2011 montrent que la production des biocarburants utilisait déjà 9,7 % de l'ensemble de la production mondiale de blé et de céréales secondaires entre 2007 et 2009. Néanmoins, ce dépassement concerne juste les niveaux en termes de volume de production, puisqu'avec plus de 106<sup>153</sup> millions de tonnes en moyenne sur cette même période on reste en dessous des 172 millions de tonnes annoncées précédemment par les auteurs pour 2017 (tableau 26).

On remarquera par ailleurs que la demande de biocarburants en huiles végétales croît plus vite que celle du blé et des céréales secondaires (125 % contre 102,2 %, respectivement pour la période 2005 et 2007). Cette tendance s'explique par l'expansion plus marquée du marché du biodiesel par rapport au marché de l'éthanol. Une tendance qui devrait perdurer durant les prochaines années au vu des prévisions du marché du biodiesel, affectant ainsi plus de terres pour les cultures oléagineuses.

Concernant les besoins en terres agricoles pour la production future des biocarburants les prévisions sont très incertaines (RFA (2008)) et sensiblement différentes selon les hypothèses relatives aux matières premières utilisées, aux zones géographiques, et à l'évolution des rendements. Ainsi les résultats des études prospectives relatifs aux besoins en terres pour 2030, varient de 34,5 millions d'hectares (FAO (2008)) à 600 millions d'hectares (Ravindranath, N. H. et al. (2009))<sup>154</sup>.

**Tableau 27 : Prévisions des besoins en terres pour les biocarburants.**

Source	Objectif	Besoins en terre
FAO (2008)*	Situation en 2030, si les tendances actuelles demeurent inchangées. (scenario de référence).	34,5 Mha
AIE (2006)**	- scénario 5 % de l'énergie utilisée dans les transports en 2030.	- 52,8 Mha
	- Scénario de 3 %.	- 34,5 Mha

<sup>153</sup>La quantité moyenne de blé et de céréales secondaires utilisée pour la production de biocarburants entre 2007 et 2009 est de 106,207506. Calculé à partir de la base de données FAOSTAT en ligne et de l'OCDE et la FAO.

<sup>154</sup>Ravindranath, N.H. et al. (2009). Greenhouse gas implications of land use and land conversion to biofuel crops. Pages 111-125 In R.W. Howarth and S. Bringezu (eds) Biofuels : Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use. Proceedings of the Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) International Biofuels Project Rapid Assessment, 22-25 September 2008, Gummersbach Germany. Cornell University, Ithaca NY, USA. (<http://cip.cornell.edu/biofuels/>).

RFA (2008)**	Tous les pays et régions devraient atteindre leurs objectifs d'ici 2020.	56 à 166 Mha
Ravindranath, N. H. et al. (2009)	10 % de la demande de carburants en 2030.	146 à 600 Mha

Sources :

\*) FAO : Le changement climatique, les biocarburants et la terre.2008. p2.

\*\*\*) PNUE (2009). Vers la production et l'utilisation durables des ressources : Evaluation des biocarburants. p 51.

D'après les estimations de Ravindranath, N. H. et al. (2009), l'objectif de 10 % de biocarburants dans la consommation mondiale de carburants – 10 % est l'objectif fixé par les Etats-Unis et l'Union Européenne – requiert l'utilisation de 4 % à 16 % des pâturages permanents et 42 % des terres arables utilisées actuellement. Cette étude fait l'analyse de 6 scénarios en fonction des matières premières utilisées, de l'impact du développement des biocarburants sur l'affectation et l'usage des terres est très variable (Tableau 28).

**Tableau 28 : Superficie totales requise (en millions d'hectares) pour la demande totale projetée de biocarburants en 2030 (Riavindranath, N.H. et al. 2009).**

	Jatropha + Maïs	Jatropha = Canne à sucre	Soja + Maïs	Soja + Canne à sucre	Huile de palme + Maïs	Huile de palme + Canne à sucre.
<b>Monde</b>	461	296	600	435	311	146

Source : Riavindranath, N.H. et al. (2009). GHG Implications of land use and land conversion to biofuel crops. p10.

Sources indiquées par les auteurs dans l'article : AIE (2008) Mielkie (2006), Jongschaap et al. (2007), Fresco (2006), Thow et Warhurst (2007).

*Note : « Surface nécessaire pour répondre à la demande de biocarburants est calculé en divisant le total ou le biodiesel demande d'éthanol, par le rendement moyen des cultures respectives des biocarburants en supposant que 100% de la demande de biodiesel ou d'éthanol est remplie par un seul sélectionnés des cultures de biocarburants, pour chacun des quatre scénarios.*

*Rendements biocarburants pris en kg / ha / an sont, maïs = 1780 = Sugarcane 5460, le jatropha = 1250, l'huile de palme = 4080, Soja = 760. »*

Même en faisant l'hypothèse d'utilisation l'huile de palme et la canne-à-sucre comme matière première – sachant que celles-ci sont considérées comme ayant les meilleurs rendements – Ravindranath et al. estiment qu'il faudrait 146 millions d'hectares pour satisfaire la demande en biocarburants d'ici 2030.

Par ailleurs, la majorité des études menées jusqu'ici ne prennent pas en considération les effets des coproduits sur les usages des sols. Farzad Taheripour et al. (2010)<sup>155</sup>, ont étudié les implications économiques et environnementales des coproduits générés par la fabrication des

<sup>155</sup> Taheripour, F. et al. (2010). Biofuels and their by-products: Global economic and environmental implications. Biomass and bioenergy, Vol. 34 (2010), pp 278-289.



biocarburants. Ils mettent en avant le fait que les quantités de coproduits dégagées (Aliments de bétail, combustible...etc.) sont autant de matières premières agricoles économisées, et par conséquent un gain en termes de terres agricoles qui auraient été nécessaires pour leur production. En évaluant la superficie nécessaire à la production de biocarburants en 2015 au niveau mondial, les auteurs obtiennent un résultat inférieur d'environ 21 %<sup>156</sup> en prenant en compte les coproduits.

En récapitulant, l'impact de la production de biocarburants au niveau mondial sur l'usage des terres agricoles fait l'unanimité de la littérature scientifique. Cependant, il reste des dissensions quant aux résultats quantitatifs de cet impact qui résultent de la différence d'outils et de méthodes mis en œuvre. Quelles que soient les estimations des besoins en terres agricoles pour la production de biocarburants au niveau mondiale, conjuguées aux besoins croissants en terres agricoles pour la production alimentaire ; il apparaît évident que d'importantes quantités seront mobilisées dans les prochaines années.

### **3 Les impacts prix du développement des biocarburants :**

L'histoire récente a été marquée par des prix agricoles exceptionnellement élevés. Les éléments analysés dans les deux sections précédentes, sont des facteurs décisifs dans l'évolution des prix agricoles. Aussi, très rapidement la question de la responsabilité des biocarburants dans l'augmentation des prix s'est rapidement posée.

#### **3.1 Evolution des cours de matières premières utilisées (et substituables) dans la production de biocarburants.**

##### **3.1.1 Les prix des produits alimentaires de base.**

Après avoir entamé leur ascension à partir de 2002, et connus une brutale augmentation en 2007, les prix des produits agricoles de base connaissent depuis, une très grande instabilité.

Les inquiétudes sur les distorsions à venir du marché agricole, qui avaient été formulées à la fin des années 1990, n'ont pas tardé à se concrétiser. Dès le début des années 2000, les stocks alimentaires étaient en diminution (FAO, Banque Mondiale 2006, 2007, 2008, 2009). Cependant les niveaux élevés des stocks durant cette période – accumulés dans la situation de

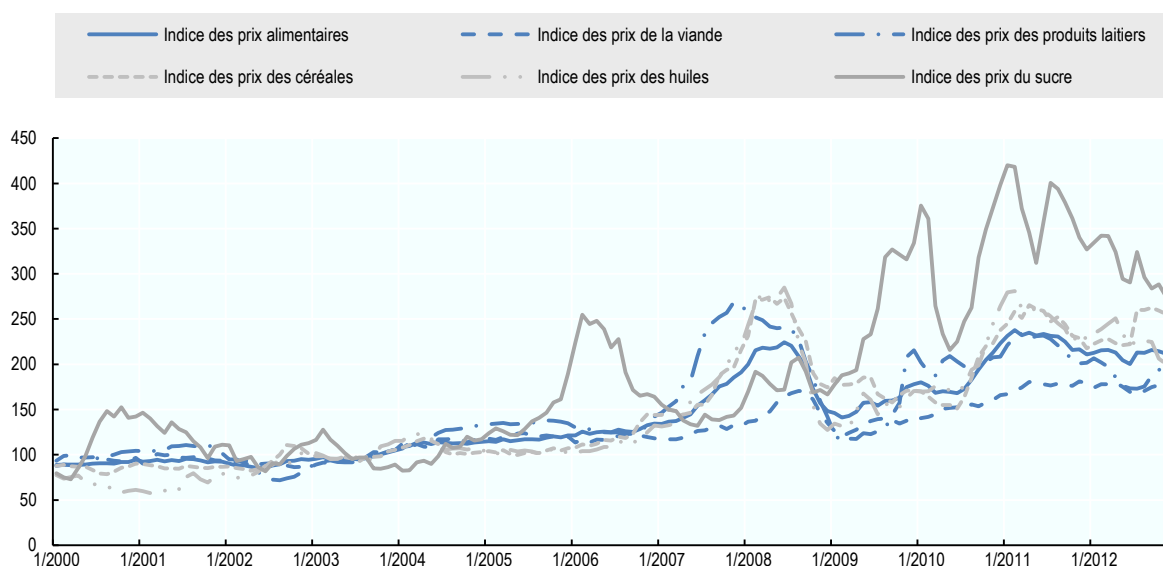
---

<sup>156</sup>Résultat de modèle sans coproduits : 15,6 Mha ; modèle avec coproduits 12,3 Mha. Tableau 5. p283.

surproduction des années 1990 – ont permis d’atténuer le choc de la demande, et de maintenir les prix à des niveaux stables durant la première moitié de la décennie passée. Ce n’est qu’à partir de la campagne de 2005-2006 que les premiers signes de fragilité du marché avaient été révélés.

Comme illustré dans le graphique ci-dessous (Graphique 16), les cours du sucre ont été les premiers à montrer des signes d’instabilité. Dès le début de l’année 2000, les cours du sucre avaient connu une forte hausse avant de regagner, aussitôt, leurs niveaux antérieurs. Cette stabilité a été maintenue jusqu’en juillet 2005 où les cours décrochent brutalement. Leur indice est passé alors de 136,8 en juillet 2005 à un pic de 254,6 en février 2006 (indice de base 2002-2004=100). S’ensuit la flambée des prix de l’ensemble des produits alimentaires de base qui caractérisera la crise alimentaire de 2007-2008.

**Graphique 16 : L'évolution des prix des produits alimentaires de base (2000-2012).**



Note: L’indice des prix alimentaires de la FAO est une moyenne des indices partiels pondérée en fonction des échanges internationaux (2002-04 = 100). Pour plus d’information sur l’élaboration des indices des prix de la FAO voir : <http://www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/foodpricesindex/fr/>.

Source: FAO *Global Information and Early Warning System - GIEWS* (2013). Publié le 10/01/2013. Consulté le 12/01/2013.

Comme nous le montre ce graphique (Graphique 16), la période récente est marquée par des niveaux de prix élevés et instables. Entre janvier 2007 et avril 2008, les prix des céréales ont enregistré une augmentation de plus de 90 %. De la même manière, les prix des huiles ont plus que doublé, enregistrant une augmentation de plus de 112 %. Cependant, on remarque que les prix de la viande connaissent moins de perturbation – une augmentation de 43,5 % entre février 2007 et octobre 2008. On peut considérer qu’une partie de cette stabilité relative

est due à l'abondance des drêches, des pulpes et des tourteaux que génère la production de biocarburants dans le monde.

De nombreuses analyses (notamment celles communiquées dans les rapports de : FAO, IFPRI, Banque Mondiale 2008, 2009, 2010) succédant à cette crise prévoyaient le réajustement des marchés et le retour à la stabilité, tout en prévoyant des niveaux de prix plus élevés que la période précédente. Cependant, les cours des produits alimentaires n'ont toujours pas retrouvé cette stabilité attendue. En 2011, ces derniers ont connu de nouvelles perturbations et les prix enregistrés pour certains produits alimentaires, comme le sucre, ont connu des niveaux plus élevés que ceux de la crise de 2008. En janvier 2011, les cours mondiaux du sucre étaient à des niveaux quatre fois plus élevés que ceux qu'on connaissait au début des années 2000 et deux fois plus élevés que leur pic atteint en 2008.

Par ailleurs, bien qu'historiquement les prix alimentaires aient déjà connu des niveaux plus élevés – lors de la crise alimentaire des années 1970, leur volatilité n'a jamais été observée depuis les 50 dernières années (Laborde, D. Msangi, S. (2011))<sup>157</sup>. Cette volatilité témoigne de la difficulté qu'éprouvent les acteurs du marché agricole à s'ajuster à la nouvelle configuration ; à savoir, les conditions qui tendent à contraindre l'augmentation de l'offre d'une part, et celles qui affranchissent la demande d'autre part. Selon les travaux de Martins-Filho, C. et al. (2009)<sup>158</sup> réalisés pour l'IFPRI, la volatilité des prix concerne essentiellement les cours de blé et de maïs : « *Par exemple, le cours du blé de force a connu en moyenne par an 27 jours de volatilité excessive entre janvier 2001 et décembre 2006 (selon une mesure de volatilité des prix récemment développée par l'IFPRI). Cependant, entre janvier 2007 et décembre 2011, le nombre moyen de jours de volatilité excessive a presque doublé, pour atteindre 76 par an.* » (Torero, M. 2011)<sup>159</sup>. Ce qui nous renvoie à nous poser des questions sur le rôle de la production américaine d'éthanol (à partir de maïs), et de manière générale sur le rôle de la production des biocarburants sur la volatilité des prix agricoles. D'où l'intérêt de se pencher plus particulièrement sur les cours des matières premières utilisées dans la production de biocarburants.

---

<sup>157</sup> Laborde, D. Msangi, S. (2011). Biocarburants, environnement et alimentation : l'histoire se complique. In : Politiques alimentaires mondiales. Washington: International Food Policy Research Institute (2011), pp 49-54. (ISBN: 978-0-89629-548-3).

<sup>158</sup> C. Martins-Filho, M. Torero, et F. Yao (2009). Estimation of Quantiles Based on Nonlinear Models of Commodity Price Dynamics and Extreme Value Theory. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2010, mimeo.

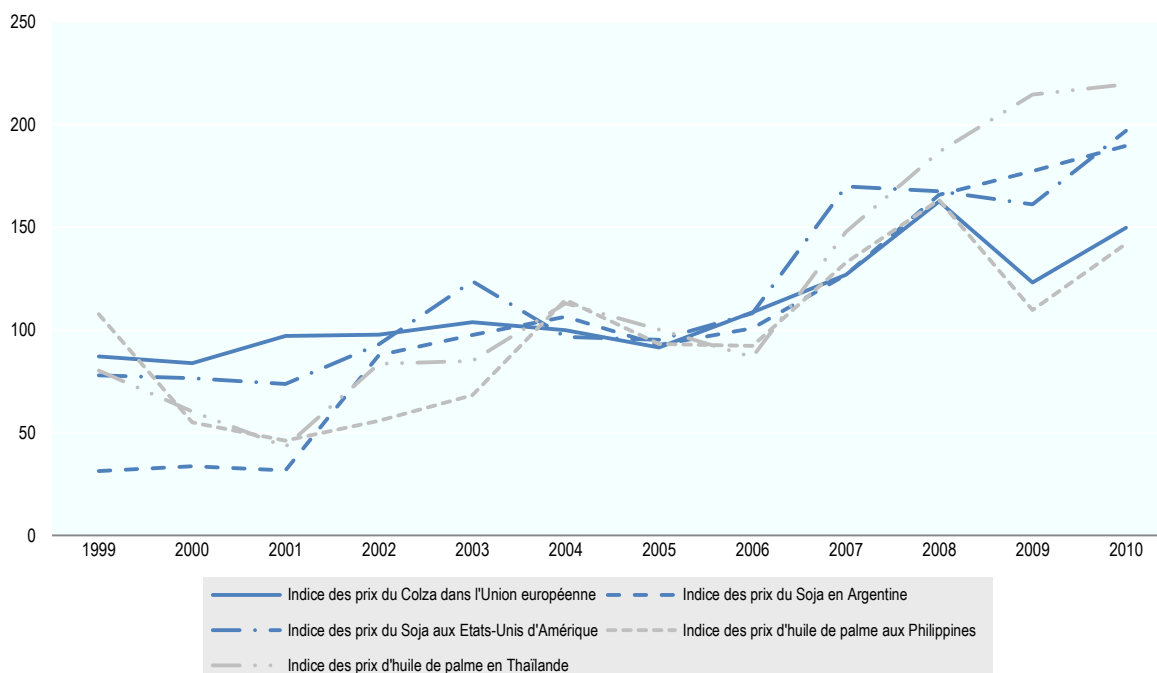
<sup>159</sup> Torero, M. (2011). Prix alimentaires : Les montagnes russes. In : Politiques alimentaires mondiales. Washington : International Food Policy Research Institute (2011), pp 15-24. (ISBN: 978-0-89629-548-3).

### **3.1.2 Les cours de matières premières agricoles utilisées dans la production des biocarburants.**

Il est également nécessaire de garder à l'esprit que tout au long de cette période d'agitation des marchés agricoles, la production de biocarburants n'a cessé de croître. C'est d'autant plus important, que cette production se rapporte à l'ensemble des produits alimentaires de base (de manière directe ou indirecte). Ainsi, la production d'éthanol a concerné dans un premier temps le marché du sucre – avec la production brésilienne à partir de canne à sucre au début 2000 – ensuite le marché des céréales, depuis 2007 avec l'éthanol de maïs américain. Quant à la production de biodiesel, elle concerne directement les marchés des huiles puisque celui-ci est issu essentiellement, d'huile de colza en Europe, de soja en Amérique et d'huile de palme en Asie. Enfin, les coproduits que génèrent les biocarburants utilisés pour l'alimentation animale ont des effets baissiers sur les prix des produits animaux.

En s'intéressant au cours des matières premières utilisées dans la production de l'éthanol et du biodiesel séparément, on constate qu'il existe un parallèle avec le déploiement des politiques de soutien aux biocarburants. Comme nous pouvons le constater sur les graphiques ci-dessous (Graphique 16, Graphique 17), la plupart des cours des huiles végétales utilisées dans la production de biodiesel – ou leur substitut ex : l'huile de palme – connaissent une agitation au début des années 2000. Ce qui correspond à la période de l'engagement de l'Union européenne dans développement des biocarburants, avec l'entrée en vigueur, en 2003 de la Directive européenne sur les biocarburants (2003/30/CE). A la même période des industriels américains s'étaient lancés, de leur côté, dans la production de biodiesel à partir de soja destiné à l'exportation vers les pays européens. D'autre part, comme nous l'avons évoqué précédemment dans le premier chapitre (section : Commerce des biocarburants), le manque de l'huile de colza européen utilisé pour la production du biodiesel, s'est répercuté sur la demande d'huile de palme asiatique de plus en plus utilisée dans l'industrie alimentaire.

**Graphique 17 : L'évolution des prix des matières premières utilisées pour la production des Biodiesel dans les principales régions (1999-2010).**



Note : Indices des prix à la production annuels (2004-2006 = 100).

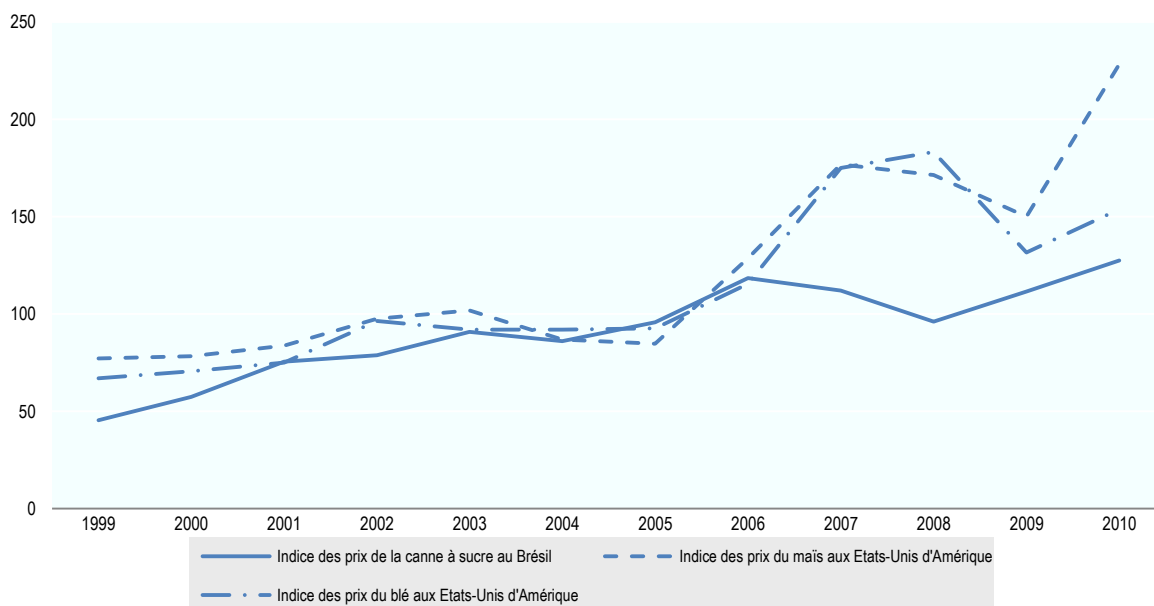
Source : Base de données FAOSTAT en ligne. Dernière mise à jour 08 Août 2012. Disponible sur : <http://faostat.fao.org/>

Les prix des matières premières utilisées pour la production de l'éthanol (canne à sucre, maïs, blé) ont connu, pour leur part, une évolution différente comparée à ceux du biodiesel. Tout d'abord, on constate que les prix connaissent une relative stabilité jusqu'en 2006 (Graphique 17). Ce n'est qu'à partir de cette même année, que les prix du maïs et du blé américains entament leur ascension. En effet, entre 2005 et 2006 les indices des prix à la production connaissent une croissance de 52 % pour le maïs et de 24,6 % pour le blé. De l'autre côté, la courbe de la canne à sucre est plus stable<sup>160</sup>, cependant elle montre une ascension continue depuis le début des années 2000. Si nous regardons le premier graphique exposant les indices des prix de produits alimentaires de base au niveau mondial (Graphique 18), on remarque que

<sup>160</sup> Il est important de noter que les indices des prix à la production présentés dans le Graphique 17 (l'évolution des prix des matières premières utilisées pour la production du biodiesel dans les principales régions 1999-2010), ne reflètent que les niveaux des prix au niveau national. Cette mise au point est surtout nécessaire à prendre en considération dans le cas de l'éthanol brésilien issu de canne à sucre. En effet, dans la présentation du Graphique 18 (l'évolution des prix des matières premières utilisées pour la production d'éthanol dans les principales régions 1999-2000), les indices des prix de la canne à sucre (au Brésil) sont relativement stables au début des années 2000. Cependant l'indice des prix du sucre (au niveau mondial) exposé dans le Graphique 16 (évolution des prix des produits alimentaires de base) **Erreur ! Document principal seulement.**, présente des perturbations dès 2001. Sachant que cette dernière présentation reflète les prix au niveau mondial et connaissant l'importance de la production brésilienne du sucre ; on peut considérer que l'instabilité anticipée des cours du sucre est en partie due, à la relance du programme brésilien pour le soutien à la consommation des biocarburants.

les cours du sucre connaissent des perturbations dès le début des années 2000. Connaissant la place qu'occupe le Brésil sur le marché mondial du sucre, la relance du programme « Proalcool » à cette même période, pourrait expliquer cette déstabilisation.

**Graphique 18 : L'évolution des prix des matières premières utilisées pour la production de l'éthanol dans les principales régions (1999-2010).**



Note : Indices des prix à la production annuels (2004-2006 = 100).

Source : Base de données FAOSTAT en ligne. Dernière mise à jour 08 Août 2012. Disponible sur : <http://faostat.fao.org/>

En récapitulant, on remarque que les mouvements à la hausse des cours des matières premières agricoles utilisées dans la production des biocarburants, coïncident avec les programmes de développement des biocarburants. Ainsi, les cours mondiaux du sucre connaissent des perturbations dès le début des années 2000, avec la relance du programme « Proalcool » brésilien, sont concernés ensuite les cours des huiles végétales avec la mise en place de la Directive européenne sur les biocarburants à partir de 2003 ; enfin les cours des céréales à partir de 2007 avec l'adoption de la loi relative à la sécurité et l'indépendance énergétique (Energy Independence and security act) amorçant la production de l'éthanol américain à partir de maïs.

Afin d'éclaircir cette influence de prix que peut avoir la production de biocarburants, nous allons analyser les mécanismes de détermination des prix des produits agricoles.

### **3.2 Facteurs d'instabilité des prix de produits alimentaires et le rôle des biocarburants.**

Suite à la flambée des prix des produits alimentaires de base survenus à partir de 2008, plusieurs études ont été réalisées afin de déterminer les causes de cette crise. Pour déterminer et comprendre quelle est la part des biocarburants dans l'évolution des cours de prix agricoles, il est nécessaire de mettre en perspective le rôle des biocarburants dans les mécanismes de détermination des prix. Nous présentons dans un premier temps les mécanismes de détermination des prix agricoles et le rôle que jouent les facteurs liés à la production de biocarburants. Nous verrons ensuite les résultats des études réalisées pour quantifier cet impact. Enfin, nous analyserons les différents outils de modélisation utilisés pour la réalisation de ces travaux.

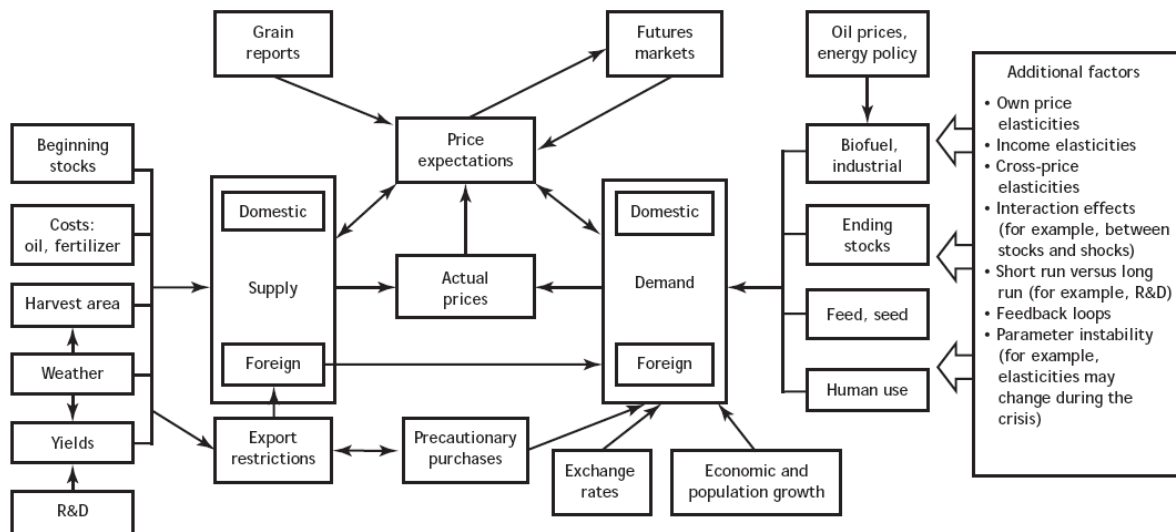
#### **3.2.1 Les biocarburants et les mécanismes de détermination des prix.**

En effet, la détermination des prix de produits alimentaires de base est un processus complexe où interviennent plusieurs facteurs de différentes natures. Comme cela avait été schématisé par Headey, D. et Fan, S. (2010)<sup>161</sup> (figure 5), les prix sur les marchés internationaux se forment selon les conditions de l'offre (stocks, terres agricoles, rendements...etc.) et de la demande (stocks, besoins alimentaires, biocarburants...etc.) au moment de leur confrontation. Mais aussi suivant les anticipations des conditions futures du marché (disponibilité des terres agricoles, prévisions météorologiques, les prix des marchés à terme, les objectifs des politiques de soutien aux biocarburants...etc.). Les facteurs additionnels présentés à droite du schéma (élasticités de l'offre et de la demande, les effets d'interaction entre les facteurs, les boucles de rétroaction...etc.) déterminent les mécanismes de transmission du modèle et peuvent être à l'origine des différences des résultats des différentes études menées à ce sujet (comme nous allons le voir plus loin).

---

<sup>161</sup> Headey, D. et Fan, S. (2010). Cause of crisis. In: Reflections on the global food crisis: how did it happen? How has it hurt? And how can we prevent the next one? Washington : IFPRI, 2010. Disponible sur : <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rr165.pdf>

Figure 5: La nature complexe de la formation des prix des produits de base (Derek Headey and Shenggen Fan (2010)).



Source : Headey, D. et Fan, S. (2010).

L'offre et la demande des biocarburants engagent plusieurs de ces facteurs intervenants dans la détermination des prix. Du côté de la demande, les besoins en matières premières agricoles pour la production de biocarburants – le plus souvent déterminés par les objectifs de consommation des politiques de soutien – s'ajoutent aux exigences alimentaires déjà existant sur le marché, augmentant ainsi les distorsions sur les prix en cours. De plus, les objectifs futurs de consommation des politiques de soutien aux biocarburants ont un impact sur les prix futurs, puisqu'ils pèsent sur la disposition prochaine du marché agricole. De l'autre côté, l'offre agricole doit composer désormais avec les nouvelles quantités qu'exige la production de biocarburants. Les agriculteurs doivent ajuster leur production (alimentaire et énergétique), tout en ménageant les facteurs de production : disponibilité des terres agricoles, rendements agricoles, stocks alimentaires, aléas climatiques, coûts des intrants...etc. Ces derniers ayant un effet de levier sur les prix des produits agricoles.

Suite à la crise alimentaire de 2007-2008, plusieurs travaux avaient été réalisés afin de déterminer les causes de la fluctuation des prix. Les causes les plus récurrentes mentionnées dans la littérature sont :

- Le faible niveau historique des stocks alimentaires.
- La forte croissance de la demande des pays émergents.
- Le ralentissement des rendements agricoles.



- Les conditions climatiques défavorables, et les restrictions aux échanges qui s'en sont suivis (ex : Russie).
- L'augmentation des prix du pétrole agissant à la fois sur le coût de l'énergie et des intrants agricoles comme les engrais.
- La dépréciation du dollar américain principale devise d'échanges commerciaux.
- La spéculation financière.
- La demande liée aux biocarburants.

Nous pouvons scinder cette liste en deux grandes catégories. Les causes conjoncturelles, d'une part, agissent de manière additive sur les prix du maïs dont l'influence n'affecte pas la structure du marché : la dépréciation du dollar américain et les aléas climatiques. On peut ajouter aussi le niveau exceptionnellement élevé des cours du pétrole. Toutefois, après une chute brutale qui a suivi le pic de juillet 2008 (144 dollars/ baril), les cours se sont rétablis à des niveaux plus élevés que ceux connus avant la crise. La majorité des experts annoncent des niveaux élevés pour les années à venir, ce qui laisse entendre que le niveau qu'on connaît actuellement des cours du pétrole (aux alentours de 100 dollars/baril) est désormais considéré comme un prix ordinaire. Ce dernier paramètre pourrait faire partie de la seconde catégorie.

La seconde catégorie est composée des causes structurelles, celles qui renseignent sur l'évolution à long terme des marchés. Comme nous l'avons déjà vu précédemment, la forte demande des pays émergents – résultat de l'augmentation des revenus et des changements d'habitudes alimentaires – et le ralentissement des rendements agricoles sont des variables qui affectent la structure du marché agricole. Le faible niveau des stocks alimentaires que nous observons ces dernières années, est la conséquence du décalage entre l'offre et la demande mondiale. De la même manière, la spéculation financière qui est une action inhérente au fonctionnement des marchés internationaux, tend souvent à orienter les prix à la hausse.

En ce qui concerne la demande de biocarburants, elle est considérée comme une cause additive dans la mesure où elle explique une partie de l'augmentation de l'offre durant cette période de la crise (Valin. H (2010)). Cependant le caractère permanent que prend la demande des biocarburants – du fait des objectifs de longs termes dans lesquels se sont lancés les diverses régions à travers le monde – l'introduit dans la catégorie des variables structurelles comparables à l'augmentation de la demande des pays émergents.

Malgré l'adhésion de la plupart des travaux sur l'impact des biocarburants sur les mécanismes de détermination des prix des produits agricoles, des différences persistent sur l'importance que peut avoir cet impact.

### 3.2.2 Les modélisations de l'impact prix des biocarburants.

Plusieurs études ont été réalisées afin de mesurer l'impact du développement des biocarburants sur les cours mondiaux des produits agricoles. On reprend dans le tableau ci-dessous (Tableau 28), quelques résultats des études et travaux réalisés pour l'estimation de cet impact (Valin, H. 2010)<sup>162</sup>.

**Tableau 29 : Résultats des modèles d'analyse d'impacts prix des biocarburants (scénarios centraux).**

Etude*	Horizon temporel des modèles.	Consommation biocarburants (Mtep)**	Prix du maïs	Prix du blé	Prix des oléagineux	Huiles végétales
USDA(Peters et al., 2009)	2019	10	3%	1%	1%	
FAPRI(Hayes et al., 2009)	–	16	20%	9%	9%	
OCDE 08	2015	22	5%	2%	4%	14%
LEITAP(Banse et al., 2008)	2020	35	6%	6%	8%	
CARD(Elobeid et al., 2006)	–	60	58%	20%	-5%	
OCDE 06	2014	70	19%	17%		22%
IASA 1	2020	95	11%	11%	11%	
IMPACT 08(Von Braun et al., 2008)	2020	100	26%	8%	18%	
IASA 2	2020	189	51%	32%	31%	
IMPACT 07 (Msangi et al., 2007)	2020	200	41 %	30 %	76 %	

Source : Valin H. (2010).

\*\*Mtep = millions de tonnes d'équivalent pétrole.

Afin de situer la production actuelle dans les résultats du tableau, il est nécessaire de rappeler que la production mondiale de biocarburants en 2011 s'élevait à 58,9 millions de tonnes équivalents pétrole (BP 2012).

Plusieurs commentaires peuvent être tirés des résultats présentés dans le tableau ci-dessus :

- Les résultats présentés indiquent clairement une corrélation positive entre les prix des produits agricoles et la production des biocarburants ; ce qui permet de

<sup>162</sup> Valin H. (2010). La quantification des effets du développement des filières biocarburants à l'échelle mondiale. Sud & Science Technologies. Semestriel N°19 & 20, décembre 2010.

conforter le consensus sur le rôle des biocarburants dans les mécanismes de détermination des prix que nous avons étudiés plus haut.

- Malgré les horizons temporels proches, les résultats des modèles ne s'accordent pas sur l'ampleur des variations des prix.
- Les prix des produits directement liés à la production de biocarburants – dans le cas présent le maïs et les huiles végétales – connaissent des hausses plus sensibles que les autres produits de substitution (ex : blé). L'évolution de ces derniers, illustre la transmission des prix qui existe entre les différentes cultures.

Malgré le fait que la plupart des études présentées dans le tableau (Tableau 29) utilisent des modèles d'équilibre partiel, on note cependant des écarts parfois sensibles entre les résultats. La multitude des paramètres intervenants dans la détermination des prix, et la différence d'appréciation que peuvent avoir les auteurs des modèles expliquent l'essentiel de ces écarts.

En effet, pour modéliser l'impact des biocarburants sur le marché agricole au niveau mondial, les travaux font appel aux modèles mondiaux de modélisation des politiques agricoles. On distingue alors deux grandes familles de modèles utilisés dans cette approche quantitative (Valin, H. 2011) : Tout d'abord les modèles d'équilibre partiel, où la détermination du prix sur un marché se fait indépendamment des autres marchés – où l'on suppose que les autres marchés sont inertes et ne réagissent pas aux chocs. Le manque d'exigence en termes de données pour ce type de modèle, leur a valu leur notoriété auprès des études réalisées sur les biocarburants<sup>163</sup>.

Cependant, ce type d'analyse n'est pas forcément le plus adapté pour rendre de manière achevée des résultats sur les effets prix des biocarburants. En effet, outre le fait que les matières premières utilisées pour la production de biocarburants interfèrent sur d'autres marchés – par exemple : le colza utilisé en Europe pour la production de biodiesel agit sur l'huile de palme utilisée par l'industrie alimentaire, ou encore le soja utilisé dans l'alimentation animale. La double nature énergétique et environnementale des biocarburants conduit incontestablement à une interaction entre plusieurs marchés (ce qui n'est pas pris en considération dans les modèles d'équilibre partiel).

---

<sup>163</sup> La nouveauté du secteur des biocarburants, et la sensibilité du sujet (problème environnementaux, interaction avec le secteur alimentaire, et l'aspect énergétique) pèsent encore aujourd'hui sur la transparence des données. Ce manque de donnée pourrait justifier le choix de modèle d'équilibre partiel où la démarche est moins exigeante en termes de données comparé à leurs équivalents d'équilibre général.

Les modèles d'équilibre général constituent la seconde famille d'outils d'analyse. Ces derniers prennent en considération l'ensemble des secteurs économiques, des marchés (des biens et des facteurs primaires de production), et des flux de consommations intermédiaires de différentes régions du monde avec des hypothèses de bouclage macroéconomique. Ce qui permet de remédier à l'approche restrictive des modèles d'équilibre partiel. Considérés par certains (Gohin et al.<sup>164</sup>) comme un prolongement des modèles d'équilibre partiel, ces modèles permettent essentiellement de rendre compte des interactions qui peuvent exister entre les différents secteurs de l'économie – notamment de l'énergie et de l'environnement en ce qui concerne notre cadre d'étude. Aussi, du fait des hypothèses d'ajustement de l'ensemble des marchés, ces modèles portent sur des perspectives de long terme.

Malgré le fait que les modèles d'équilibre général soient les plus adaptés pour étudier les implications des biocarburants sur les marchés agricoles. On remarque que cet outil n'est pas le plus fréquemment utilisé (Tableau 29). Cette rareté est principalement liée aux insuffisances de données dont aurait besoin ce type de modèle.

Par ailleurs, comme nous l'avons déjà mentionné tout au long de ce travail. Le manque de données et la complexité des facteurs et paramètres liés la production de biocarburants – aspects politiques, diversité des matières premières, restrictions aux échanges propres à chaque région du monde, opacité des données dans les pays en développement, absence de consensus scientifique sur les aspects environnementaux...etc. – sont autant d'obstacles à l'aboutissement d'un consensus des économistes, sur le poids des biocarburants sur le marché agricole. Enfin, il semble qu'une démarche quantitative, et purement formelle, ne peut se suffire à elle-même pour répondre aux effets prix, causés par les biocarburants. C'est dans ce sens que, Headey, D. et Fan, S. (2010), avaient préconisé une démarche qu'ils appellent de « détective économique », à la place des techniques formelles (de modélisation) pour traiter la question de la crise alimentaire.

Après avoir établi les effets prix de la production des biocarburants sur les matières premières agricoles, nous allons voir comment celles-ci se traduisent sur la valeur du foncier agricole des pays en développement, et les investissements réalisés pour leur acquisition.

---

<sup>164</sup> Gohin, A. GUYOMARD, H. LE MOUËL, C. (1999). L'analyse des politiques agricoles : l'apport de l'équilibre général calculable. *Economie rurale*. N°251, 1999. pp. 4-10.

### 3.3 Quels impacts sur la valeur des terres dans les pays en développement.

#### 3.3.1 Valorisation des terres agricoles des pays en développement.

La ressource foncière est au cœur de la production agricole, et a toujours eu un rôle important dans l'économie. Au vu de l'évolution des composantes structurelles de l'offre et de la demande du marché agricole – que nous avons exposé tout au long de ce chapitre (pression sur les terres cultivables, stagnation des rendements, croissance démographique, changement d'habitudes alimentaires...etc.) – le prix des terres agricoles ne peut être qu'orienté à la hausse.<sup>165</sup>

D'autres facteurs participent à l'augmentation des prix des terres agricoles<sup>166</sup>. Cette dernière décennie a été marquée par un intérêt grandissant des investisseurs privés et des marchés financiers pour le secteur agricole – qui retrouve le statut de « valeur refuge ». En effet, dans un contexte d'instabilité financière, conjugué à l'augmentation des cours des matières premières agricoles ; les acquisitions de terres agricoles par des fonds d'investissement se sont accélérées ces dernières années, contribuant ainsi à l'augmentation des prix des terres. Cependant, ces investissements ne concernent plus que les pays développés – comme cela avait été le cas auparavant dans les années 1970-1980 – mais d'importants investissements ont été réalisés dans les pays en développement. L'essentiel des investissements réalisés ces dernières années visent l'Afrique, l'Asie du Sud-est, et l'Europe de l'Est (essentiellement les pays de l'ancienne union soviétique). Le tableau ci-dessous (Tableau 30), expose l'activité principale des acquéreurs des terres agricoles dans le monde, entre la période d'octobre 2008 et avril 2009 (Arezki et al. 2011)<sup>167</sup>. Comme nous pouvons le constater, près d'un achat/concession sur deux concerne le continent africain, de plus, les fonds d'investissement représentent près de 30 % des acquisitions mondiales.

---

<sup>165</sup> Sachant que les prévisions annoncent des prix produits agricoles élevés pour les années à venir (FAO), les acteurs économiques s'attendent à une augmentation des revenus du secteur agricole – même si celle-ci n'est pas systématique – et par conséquent une augmentation du foncier agricole. On retrouve ici la théorie de la rente foncière de D. Ricardo, qui est toujours d'actualité, traduisant que le prix du foncier agricole est fonction de la valeur actualisée de la rente attendue.  $P = R/i$ , où P est le prix de la terre, R la rente foncière et i le taux d'intérêt utilisé pour la capitalisation.

<sup>166</sup> En plus des facteurs que nous avons analysés dans ce chapitre, il existe d'autres facteurs déterminants de la valeur du foncier agricole. On peut citer, les politiques de régulation de terrains agricoles, ainsi que l'orientation des politiques agricoles (l'impact des aides publiques par exemple), le rôle de l'inflation (Brut, 1986 ; Just et Miranowski, 1993) et la transformation de la terre agricole en valeur refuge. Nous nous limiterons à mettre la lumière sur les facteurs qui sont stimulés – de manière directe ou indirecte – par le développement des biocarburants.

<sup>167</sup> Arezki R. et al. (2011). La « course aux terres ». Quelques éclairages empiriques. Afrique contemporaine, 2011/1 n° 237, p. 131-134. DOI : 10.3917/afco.237.0131.

**Tableau 30 : Activité des investisseurs.**

<b>Activité principale de l'investisseur</b>	<b>Afrique</b>	<b>Monde</b>
<b>Fonds d'investissement</b>	37	116
<b>Industrie</b>	57	104
<b>Agrobusiness</b>	31	64
<b>Autre</b>	7	9
<b>Conglomérat diversifié</b>	6	6
<b>Non communiqué</b>	49	90
<b>Total</b>	187	389

Source : Arezki R. et al. (2011).

Plusieurs raisons expliquent l'engouement des investisseurs étrangers pour les terres agricoles des pays en développement. Premièrement, comme nous l'avons déjà vu précédemment dans ce chapitre, les pays en développement disposent des plus grandes réserves de terres cultivables non cultivées dans le monde. L'Afrique et l'Amérique latine, disposent à eux seuls de près de 90 % des terres cultivables non cultivées dans le monde (Roudart, L. 2006)<sup>168</sup>. Aussi, le potentiel d'amélioration des rendements agricoles sont largement plus élevés dans les pays en développement comparés aux pays développés, ces derniers ayant déjà atteint des niveaux de rendements élevés (Cf. Chap. 3 ; évolution des rendements agricoles).

Par ailleurs, connaissant les enjeux du secteur agricole et son importance dans l'économie, le foncier agricole fait l'objet d'attention particulière des pouvoirs publics ; et obéit souvent à des réglementations strictes dans le cadre de politiques agricoles. Son usage à des fins énergétiques peut trouver des restrictions dans certaines régions du monde, notamment dans les pays développés. De ce fait, les investisseurs seront plus tentés d'acquérir des terres dans des régions où les réglementations sont plus souples. De nombreux rapports d'ONG, et notamment ceux de l'organisation GRAIN, mettent en évidence la nature laxiste des pays ciblés par ces flux d'investissement. De nombreux problèmes socio-économiques ont été relevés suite à des investissements de ce type (expropriation des terres, expulsions massives, des contrats abusifs...etc.), traduisant la pauvreté des institutions politiques en matière de protection des droits sociaux des pays hôtes.

Ainsi, les pays en développement sont devenus depuis quelques années ciblées par des investissements étrangers pour la production de biocarburants ou de matières premières

---

<sup>168</sup> Roudart, L. (2006). Terre cultivées et terres cultivables dans le monde. In : Institut national d'agronomie Paris-Grignon. Présentation au Conseil de prospective européenne et internationale pour l'agriculture et l'alimentation (COPEIAA), le 25 janvier 2006. Disponible sur : <http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/copeiaaterres.pdf>

destinées à la production de biocarburants pour être ensuite exportés vers les grandes régions consommatrices.

### **3.3.2 L'acquisition des terres agricoles dans les pays en développement.**

En octobre 2012, l'organisation non gouvernementale OXFAM avait publié un rapport « Notre terre, notre vie : Halte à la ruée mondiale sur les terres » dénonçant l'ampleur du phénomène d'accaparement des terres dans les pays pauvres, où les auteurs estimaient qu'« *Au cours des dix dernières années, une surface équivalente à huit fois la superficie du Royaume-Uni a été vendue à l'échelle mondiale dans un contexte d'accélération rapide des acquisitions de terres... Dans les pays pauvres, les investisseurs étrangers achètent une superficie de terres équivalente à celle de Londres tous les six jours.*<sup>169</sup> » (OXFAM, 2012)<sup>170</sup>.

Actuellement, il n'existe pas de base de données officielle pour recenser de manière claire et précise les investissements étrangers dans le secteur agricole, ainsi que les acquisitions des terres agricoles dans les pays en développement. Seules les sources non gouvernementales, ou encore journalistiques, nous renseignent régulièrement sur ce type d'investissement. En 2008, l'organisation GRAIN avait pris l'initiative de mettre ligne une base de données, publiant continuellement, des articles de presse relatifs au phénomène d'accaparement des terres dans les pays pauvres<sup>171</sup>. Travaillant à partir d'articles mis en ligne entre octobre 2008 et avril 2009, Arezki, R. et al. (2011) ont constitué une seconde base de données, où les informations ont été regroupées selon pays d'origine et de destination, type de culture, activité principale de l'investisseur, statut de mise en œuvre du projet.

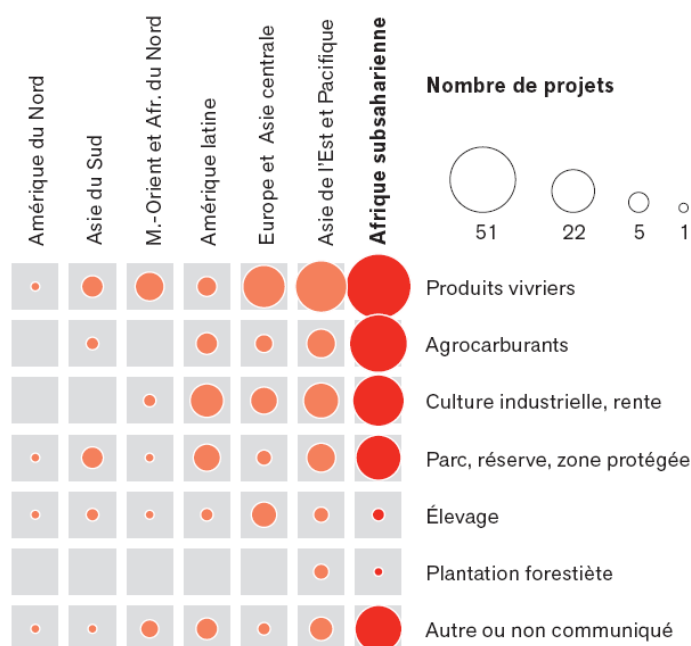
---

<sup>169</sup> Entre 2001 et 2010, 203 millions d'hectares auraient apparemment fait l'objet de considération ou de négociations à l'échelle mondiale. C'est l'équivalent de 55 616 ha tous les jours pendant dix ans, ou d'une superficie supérieure à celle de Londres, soit 157 000 ha, tous les jours. ILC (2011) « les droits fonciers et la ruée sur les terres ».

<sup>170</sup> OXFAM (2012). « NOTRE TERRE, NOTRE VIE » - Halte à la ruée mondiale sur les terres. Oxford : Oxfam Grande-Bretagne, octobre 2012. (ISBN 978-1-78077-181-6 e). Disponible sur : [http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/bn-land-lives-freeze-041012-fr\\_0.pdf](http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/bn-land-lives-freeze-041012-fr_0.pdf)

<sup>171</sup> Ce site est consacré au phénomène de la « ruée mondiale pour l'achat ou location des terres agricoles à l'étranger, comme stratégie visant à sécuriser les approvisionnements alimentaires de base ou tout simplement pour le profit ». L'adresse du site : [www.farmlandgrab.org](http://www.farmlandgrab.org)

Figure 6 : Finalité des acquisitions terres agricoles dans les pays en développement.



Source : Arezki R. et al. (2011). La « course aux terres ». Quelques éclairages empiriques, *Afrique contemporaine*, 2011/1 n° 237, p. 131-134. DOI : 10.3917/afco.237.0131.

Outre l'accélération du phénomène depuis la crise alimentaire de 2007-2008, les auteurs tirent plusieurs conclusions à partir de l'analyse de cette base de données. Tout d'abord la nature des investisseurs, qui est majoritairement composée de fonds d'investissement (30 % des acquéreurs), suivie des industriels avec près de 27 % et en troisième position les agrobusiness avec plus de 16 % (voir tableau 30 plus haut). Malgré la lenteur des mises en œuvre des projets, leur refus par les autorités publiques est quasi-inexistant (seul, un cas de refus sur 389 projets dénombrés).

Autre fait marquant, l'Afrique, longtemps délaissée par les investisseurs étrangers devient une destination privilégiée. En effet près de la moitié des acquisitions durant la période étudiée ont été réalisées en Afrique (187 sur 389 projets portent sur les terres africaines). Enfin et surtout, les données exposées dans la représentation graphique ci-dessus (Figure 6), montrent que les projets portant sur les biocarburants se classent en deuxième position, derrière ceux portant sur les produits vivriers, et dont la majorité est localisée en Afrique. Toujours dans cette perspective, en Mai 2011, le journal britannique *The Guardian* avait publié un article sur le phénomène d'accaparement des terres en Afrique lié aux biocarburants<sup>172</sup>. Il en sort, que 3,2

<sup>172</sup> Carington, D. et Valentino, S. (2011). Biofuels boom in Africa as British firms lead rush on land for plantations, *The Guardian*, 31 Mai 2011. Disponible sur :



millions d’hectares ont été acquis en Afrique subsaharienne dans le but de produire des biocarburants. Ces acquisitions se répartissent comme suit : 100 projets, 50 entreprises (dont 46 européennes), dans plus de 20 pays africains (voir tableau ci-dessous Tableau 31).

**Tableau 31 : Les acquisitions de terres agricoles pour la production de biocarburants en Afrique.**

Les pays d’origine	Le nombre de compagnies	Les pays concernés par les projets.
<b>Grande Bretagne</b>	11	Ghana, Guinée, Liberia, Madagascar, Malawi, Mali, Mozambique, Namibie, Sénégal, Tanzanie, Zambie
<b>Italie</b>	7	Congo Brazzaville, Ethiopie, Ghana, Guinée, Kenya, Sénégal,
<b>Allemagne</b>	6	Ethiopie, Ghana, Madagascar, Mali, Kenya, Tanzanie, Zambie,
<b>France</b>	6	Benin, Burkina Faso, Cameroun, Guinée, Mali, Mozambique Senegal, Togo
<b>Etats-Unis</b>	4	Burkina Faso, Ethiopia, Mali, Mozambique, Kenya, Tanzania, Sierra Leone, Togo, Uganda
<b>Canada</b>	4	RD du Congo, Malawi, Mozambique, Kenya, Zambie
<b>Les pays scandinaves</b>	4	Ghana, Tanzanie
<b>Belgique</b>	3	Cameroun, Ethiopie, Tanzanie
<b>Suisse</b>	3	Malawi, Kenya, Sierra Leone
<b>Hollande</b>	2	Tanzanie
<b>Chypre</b>	1	Ghana, Côte d’Ivoire.

Source : Carington, D. et Valentino, S. (2011). Biofuels boom in Africa as British firms lead rush on land for plantations, *The Guardian*, 31 Mai 2011. Disponible sur : <http://www.guardian.co.uk/environment/2011/may/31/biofuel-plantations-africa-british-firms>.

De manière générale, ces mouvements d’investissement qui visent les pays en développement, viennent confirmer ce que nous avons exposé tout au long de ce chapitre. En effet, l’évolution des facteurs du marché agricole : les contraintes auxquelles se confronte l’offre agricole des pays développés (saturation de terres agricoles et des rendements), la demande en produits agricoles des biocarburants, l’augmentation des prix agricoles (surtout depuis la crise alimentaire depuis 2007-2008), l’instabilité financière (crise financière de 2008), la disponibilité des terres agricoles dans les pays en développement, ainsi que leurs faibles coûts de production...etc. ; sont autant de facteurs qui favorisent le potentiel agricole des pays en développement.

<http://www.guardian.co.uk/environment/2011/may/31/biofuel-plantations-africa-british-firms> (dernière consultation décembre 2012).

En résumé, la production de biocarburants a participé à l'accroissement des distorsions sur le marché agricole – par l'accroissement des tensions sur les facteurs de production – se traduisant par l'augmentation prix des produits agricoles. Le potentiel agricole des pays en développement se retrouve être remis en valeur, profitant aussi aux industries de biocarburants de plus en plus nombreux à s'installer dans ces régions. Cette situation pourrait aboutir à une réorganisation du marché agricole mondiale. Nous allons voir dans la section qui va suivre, les flux commerciaux des produits agricoles touchés par la production des biocarburants – de manière directe ou indirecte (produits de substitution) – dans les principales régions productrices et consommatrices de biocarburants.

#### **4 Analyse de l'évolution des échanges des principaux acteurs du marché international:**

L'ampleur du développement des biocarburants se répercute sur les flux commerciaux des matières premières agricoles de deux manières. Premièrement, l'internationalisation de la production des biocarburants fait que d'importantes quantités de matières premières sont déplacées afin de pourvoir à la demande des pays déficitaires. Le second mécanisme, qui concerne exclusivement les gros acteurs du marché international, est le détournement de la production agricole pour les besoins domestiques de biocarburants. Contraignant ainsi la capacité de ces acteurs d'honorer leurs engagements sur les marchés internationaux.

L'objet de cette section, est d'étudier l'impact du développement des biocarburants sur les flux commerciaux des produits agricoles. Pour cela nous analyserons l'évolution des échanges de matières utilisées dans la production des biocarburants, tout en liant à cette analyse le rôle traditionnel de chaque région dans le marché agricole mondial. Nous débuterons, par analyser les échanges de maïs aux Etats-Unis et des huiles végétales dans l'Union européenne. Deux régions historiquement exportatrices, où la consommation des biocarburants est prépondérante. Nous analyserons ensuite les exportations des céréales et des graines et produits oléagineux, affectés respectivement par la production d'éthanol et de biodiesel.

Cette analyse se concentre sur l'aspect quantitatif des échanges, d'autres facteurs inhérents à l'évolution des échanges (prix, disponibilité des terres, évolution démographique, rendements...etc.) ayant déjà été étudiés précédemment dans ce chapitre seront volontairement omis dans cette section.

## **4.1 La baisse des exportations des régions consommatrices.**

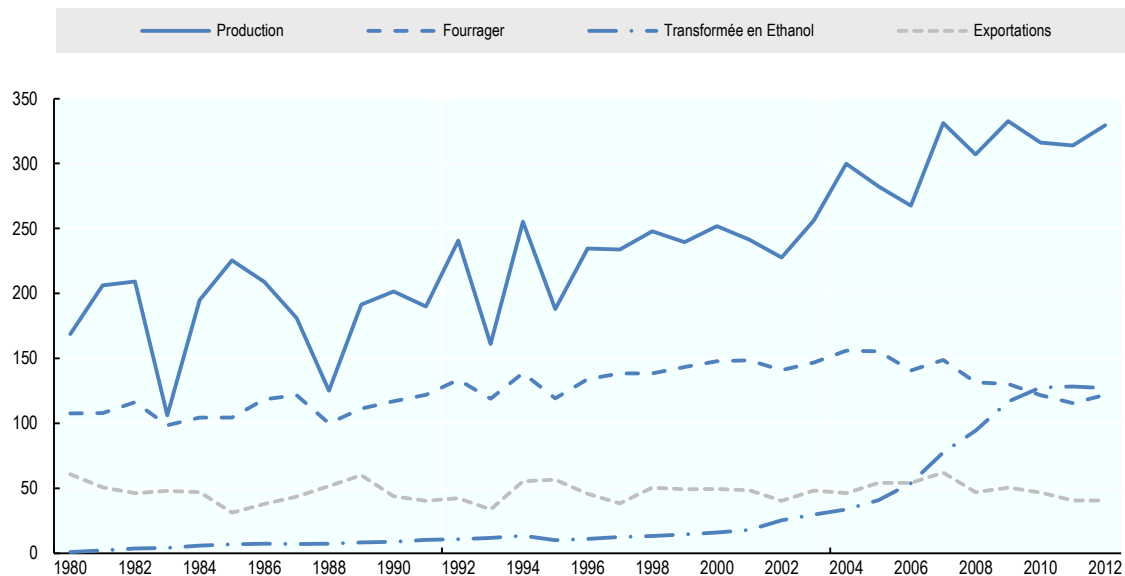
### **4.1.1 Les exportations de maïs aux Etats-Unis d'Amérique.**

La suprématie américaine dans la production de maïs est historique, la culture du maïs étant bien ancrée dans la tradition agricole américaine. Les Etats-Unis ont toujours été en tête des producteurs mondiaux. Durant les cinquante dernières années, les producteurs américains assuraient 41 % en moyenne annuelle, de la production mondiale (FAO 2012, Annexe Chapitre 3).

Avant l'arrivée de l'industrie de bioéthanol, la production américaine était essentiellement destinée à l'alimentation animale domestique et à l'exportation. Le graphique ci-dessous (Graphique 19) nous permet d'avoir une meilleure vision sur l'évolution des débouchés de l'offre de maïs américain. Tout d'abord, on remarque que la production est en constante progression, avec une accélération à partir du début des années 2000. La courbe traduisant les quantités de maïs transformées en éthanol enregistre la progression la plus marquante. En effet, la quantité de maïs transformée en éthanol a plus que doublé depuis 2006. Elle est passée de 20 millions de tonnes en 2006, à plus de 41 millions de tonnes en 2012. Accaparant ainsi, plus de 40 % de l'ensemble de la production américaine de maïs (USDA, 2012). En 2010, et pour la première fois la quantité de maïs américain transformée en éthanol a dépassé la quantité exportée (Graphique 19).

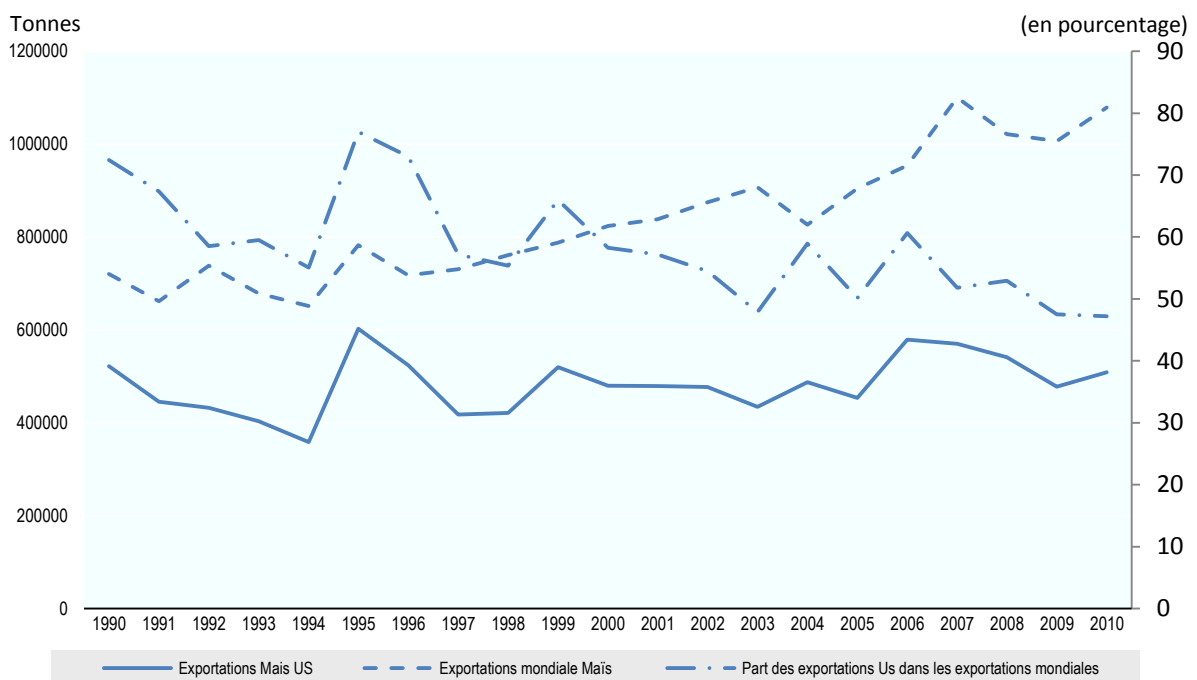
Par ailleurs, les deux autres courbes (alimentation animale et exportation), qui étaient jusque-là stables, sont décroissantes depuis 2007. La prépondérance des coproduits de bioéthanol américain expliquerait, le retranchement de la part du maïs dans l'alimentation animale (Cf. Chap.1 : l'exemple de la production d'éthanol aux Etats-Unis). Cependant la baisse des exportations ne peut être expliquée que par la réorientation de l'offre nationale vers la nouvelle demande intérieure des industries de l'éthanol carburant.

**Graphique 19: Evolution du marché du maïs aux Etats-Unis.**



Source: Compiled by Earth Policy Institute from U.S. Department of Agriculture (USDA), *Production, Supply, & Distribution*, electronic database, at [www.fas.usda.gov/psdonline](http://www.fas.usda.gov/psdonline), updated 11 July 2012; corn for ethanol from USDA, *Feedgrains Database*, electronic database at [www.ers.usda.gov/Data/feedgrains](http://www.ers.usda.gov/Data/feedgrains), downloaded 17 July 2012.

**Graphique 20 : La part des exportations de maïs américain dans le monde.**



Source : Base de Données FAOSTAT en ligne. Données consultées en septembre 2012. Disponible sur : <http://faostat.fao.org/>

L'axe secondaire (à droite) part des exportations américaines dans les exportations mondiale en %.

La baisse des exportations de maïs américain a un impact mondial. Si bien qu'en plus d'être les plus gros producteurs, les agriculteurs américains ont un rôle historique de « fournisseurs »

du marché international. Entre 1961 et 1999, les exportations américaines représentaient en moyenne 62 % des exportations mondiales (FAOSTAT 2012). Ce niveau a chuté à moins de 50 % depuis 2007 (Graphique 20). Malgré l'accroissement de la production américaine durant cette période, les exportations n'ont pas cessé de baisser, alors que le monde connaissait une crise alimentaire. Il est évident que la demande de maïs pour l'éthanol carburant est la principale explication à cette baisse.

A l'été 2012, une sécheresse exceptionnelle avait frappé les Etats-Unis conduisant à une flambée des prix des céréales, en prévision de la baisse de la production. Une situation qui avait provoqué la réaction des Nations Unies, par la voix du directeur général de la FAO José Graziano da Silva, réclamant la suspension de la production d'éthanol aux Etats-Unis. Estimant que celle-ci « *apporterait un répit au marché et permettrait que plus de récoltes soient utilisées pour l'alimentation animale et humaine* »<sup>173</sup>.

#### **4.1.2 Les exportations des huiles végétales dans l'Union européenne (huile de colza).**

De la même manière que le maïs américain est massivement utilisé dans la production d'éthanol aux Etats-Unis, la production européenne de colza est utilisée dans la production de biodiesel.

Comme nous l'avons déjà évoqué précédemment (Cf. chap. 2 ; Impact des politiques européennes), une part de la production européenne d'huile de colza est transformée en biodiesel. Celle-ci est en constante progression depuis 2003, date de la mise en œuvre de la première Directive sur les biocarburants (2003/03/CE). Comme illustré dans le tableau ci-dessous (Tableau 32), la quantité actuelle d'huile de colza utilisée pour la production de biodiesel (et à usage industriel), est sept fois plus importante qu'au début des années 2000. Ainsi, en 2012 près de 84 % de la production européenne est affecté à l'industrie et à la production de biodiesel.

L'augmentation de la demande en huile de colza pour le biodiesel dépasse l'accroissement de la production européenne. Ainsi, entre 2000 et 2012, la production d'huile de colza a connu une progression de 119,6 % ; tandis que le taux de croissance de l'utilisation de cette huile, par l'industrie et les bioraffineries de biodiesel, pour la même période est de 665,5 %. En conséquence à cette évolution, la balance commerciale communautaire d'huile de colza est

---

<sup>173</sup> La FAO réclame une suspension de la production de bioéthanol de maïs aux Etats Unis. 10.08.2012. LE FIGARO. En ligne. Le lien [http://www.lemonde.fr/planete/article/2012/08/10/la-fao-reclame-une-suspension-de-la-production-de-bioethanol-de-mais-aux-etats-unis\\_1744806\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/article/2012/08/10/la-fao-reclame-une-suspension-de-la-production-de-bioethanol-de-mais-aux-etats-unis_1744806_3244.html). Consulté le : 13/09/2012.

déficitaire depuis 2005 (Tableau 32). Cette situation affecte l'ensemble du marché européen d'oléagineux.

**Tableau 32: Approvisionnement et utilisation d'huile de colza dans l'Union européenne entre 2000-2012.**

	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12
<b>Huile de colza</b>	En milliers de tonnes											
<b>Production</b>	4 256	4 305	4 363	4 349	5 375	6 096	6 520	7 575	8 472	9 370	9 108	9 345
<b>Stocks d'ouverture</b>	257	348	320	317	156	214	213	211	169	274	259	142
<b>L'offre intérieure</b>	4 513	4 653	4 683	4 666	5 531	6 310	6 733	7 786	8 641	9 644	9 367	9 487
<b>Utilisation alimentaire</b>	2 915	2 967	2 873	2 616	2 653	2 614	2 425	2 662	2 743	2 473	1 731	2 045
<b>Utilisation Biodiesel et Industrielle</b>	<b>1 024</b>	<b>1 084</b>	<b>1 247</b>	<b>1 783</b>	<b>2 588</b>	<b>3 709</b>	<b>4 768</b>	<b>5 107</b>	<b>5 931</b>	<b>7 237</b>	<b>7 909</b>	<b>7 839</b>
<b>Autres utilisations</b>	17	7	3	7	6	5	5	5	5	5	5	5
<b>Stocks de fermeture</b>	348	320	317	156	214	213	211	169	274	259	142	144
<b>Utilisation domestique</b>	4 304	4 378	4 440	4 562	5 461	6 541	7 409	7 943	8 953	9 974	9 787	10 034
<b>Les échanges nets</b>	<b>209</b>	<b>275</b>	<b>243</b>	<b>104</b>	<b>70</b>	<b>-231</b>	<b>-676</b>	<b>-157</b>	<b>-312</b>	<b>-330</b>	<b>-420</b>	<b>-547</b>

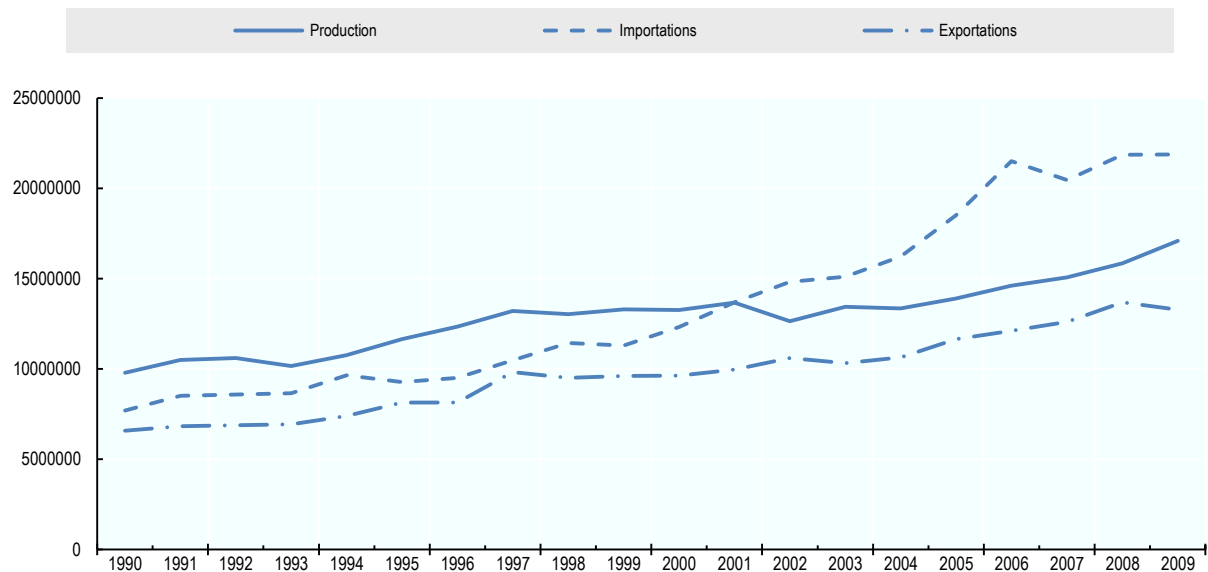
Source: Base de données FAPRI-ISU 2011 World Agricultural Outlook. Disponible sur : <http://www.fapri.org/outlook/2011/>

Effectivement, le colza occupe habituellement une place importante en Europe. Tant au niveau agricole (production et alimentation animale), qu'au niveau industriel (alimentation alimentaire et non alimentaire) (Dronne, Y. et Gohin, A. 2005<sup>174</sup>). Aussi, l'Union européenne est la principale région productrice de colza, avec près du tiers de la production mondiale (CTA 2011)<sup>175</sup>. Cependant, depuis que l'huile de cette graine est utilisée massivement pour la production de biodiesel, une large partie de l'offre alimentaire européenne a été diminuée. Obligeant la demande européenne (alimentaire et non-alimentaire) de s'approvisionner sur les marchés internationaux. D'autant plus qu'en matière de consommation d'huiles végétales, la communauté européenne se place au second rang mondial derrière la Chine (FAO-OCDE 2011).

<sup>174</sup> Dronne, Y. et Gohin, A. (2005). Le développement des utilisations non alimentaires de l'huile de colza dans l'UE : quels impacts sur les marchés et prix mondiaux ? Oléagineux, Corps Gras, Lipides (OCL). Vol. 12, Numéro 5, Septembre-décembre 2005. Disponible sur : [http://www.jle.com/e-docs/00/04/17/E5/vers\\_alt/VersionPDF.pdf](http://www.jle.com/e-docs/00/04/17/E5/vers_alt/VersionPDF.pdf)

<sup>175</sup> Centre technique de coopération agricole et rural (CTA) (2011). Le commerce ACP analysé et décrypté : Secteur des oléagineux. Note de synthèse. Novembre 2011. Disponible sur : <http://agritrade.cta.int/fr/Agriculture/Produits-de-base/Oleagineux/Note-de-synthese-mise-a-jour-2011-Secteur-des-oleagineux>

**Graphique 21 : Les huiles végétales dans l'Union européenne.**



Source : FAOSTAT 2012. Base de données en ligne. Consultée en septembre. Disponible sur : <http://faostat.fao.org/>

Ainsi, tandis que la production et les exportations européennes évoluent lentement, les importations d'huiles végétales ont franchi un premier cap, en 2001, en dépassant le niveau de production intérieure. Cette tendance s'est confirmée tout au long de la dernière décennie (comme illustré dans le Graphique ci-dessus (Graphique 21)). Selon les prévisions de l'OCDE et de la FAO de 2011, les importations européennes d'huiles végétales devraient augmenter de 42 % durant la décennie à venir.

## 4.2 Mouvement des exportations mondiales.

### 4.2.1 Les exportations des matières premières utilisées dans la production d'éthanol.

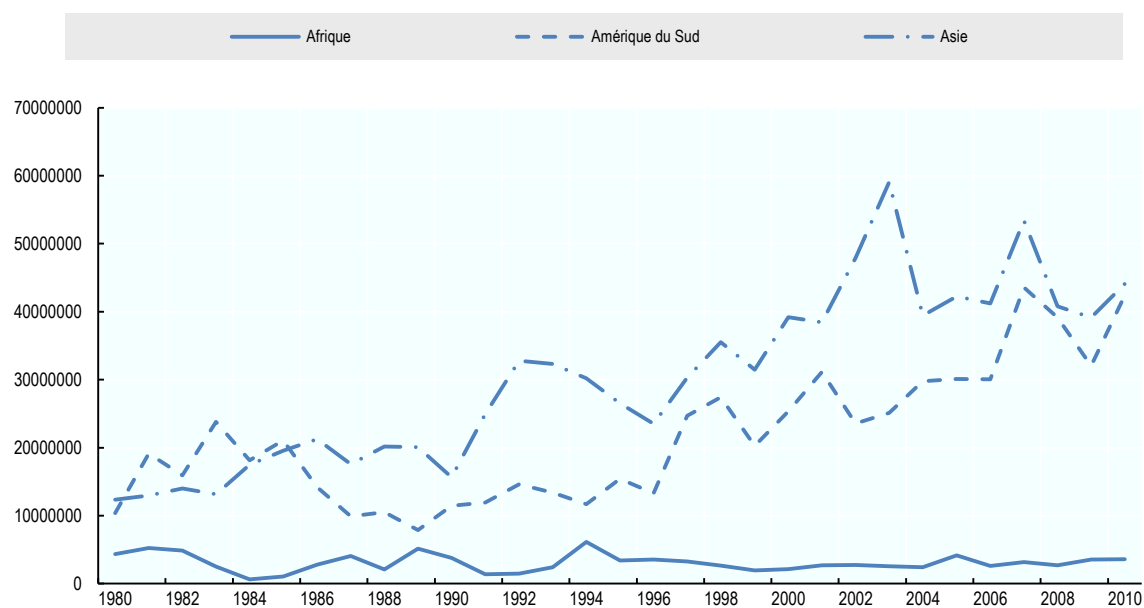
La production d'éthanol des pays développés est majoritairement issue de maïs (à 89%) (OCDE FAO 2011). Comme nous l'avons vu plus haut, les agriculteurs américains – acteurs majeurs des marchés de céréales – se désintéressent des exportations, pour se consacrer à la demande intérieure d'éthanol. Au niveau du marché international, cette situation profite à de nouveaux acteurs qui étaient jusque-là secondaires voire inexistants.

En dépit de la perte du leadership américain, c'est les pays en développement qui prennent place sur les marchés internationaux, grâce notamment aux potentialités agricoles dont ils disposent (Cf. début de ce chapitre). Ainsi, comme nous pouvons le constater sur le graphique ci-dessous (Graphique 22), les exportations de céréales d'Amérique du Sud et d'Asie augmentent continuellement depuis la seconde moitié des années 1990. Le continent Sud-

américain enregistre la plus importante ascension avec une croissance des exportations de céréales de plus de 67 % entre 2000 et 2010 (FAO 2012). Les exportations asiatiques n'ont progressé que de 12,4 % durant la même période. De plus, malgré la faible participation du continent africain, les investissements réalisés ces dernières années devraient aboutir à une augmentation des exportations africaines.

Toujours dans cette optique, en 2011, le rapport sur les perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020, faisait remarquer l'importance du rôle des nouveaux acteurs sur les marchés agricoles internationaux. Pour les exportations de blé par exemple, ce rapport prévoit que : « D'ici dix ans, la Fédération de Russie, Ukraine et le Kazakhstan (région RUK) devraient conjointement détrôner les Etats-Unis en tant que premier exportateur de blé au monde »<sup>176</sup>. (Annexe Chapitre 3).

**Graphique 22 : évolution des exportations des céréales entre 1980 et 2010.**



Source : base de données en ligne FAOSTAT. Dernière mise à jour 28 août 2012. Disponible sur : <http://faostat.fao.org/>

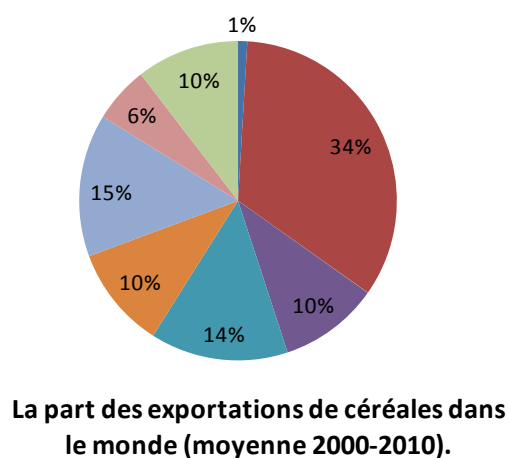
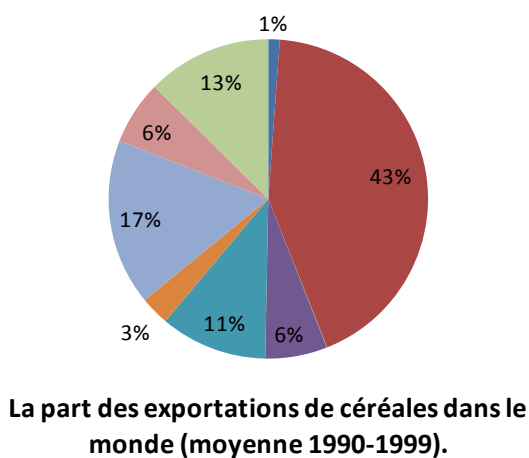
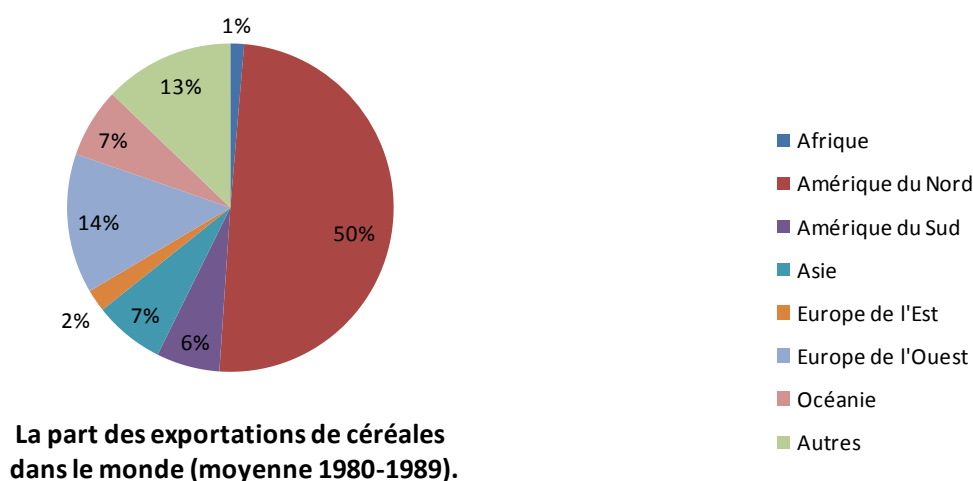
En analysant les exportations mondiales de ces trois dernières décennies (Graphique 23), on remarque que les parts des principaux exportateurs (Etats Unis et Europe de l'Ouest) décroissent, au profit des pays d'Amérique du Sud, d'Asie et d'Europe de l'Est. Ainsi, en comparant les parts de la dernière décennie avec celles des années 1980 on obtient : Les exportations américaines passent de 50 % à 34 % (une perte de 16 %). Cédant place à trois

<sup>176</sup> FAO OCDE (2011). Russie, Ukraine, et Kazakhstan : un rôle prépondérant sur les marchés mondiaux de blé (Encadré 4.1). In : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Paris : Edition OCDE, p. 118.



régions : L'Europe de l'Est gagne 8 %, et occupe désormais 10 % du marché mondial. Les pays asiatiques gagnent 7 %, et deviennent la troisième force exportatrice mondiale avec 14 % de part mondiale. Enfin, les pays d'Amérique du Sud progressent de 4 %, occupant ainsi 10 % des exportations mondiales de céréales.

**Graphique 23: la répartition des exportations de céréales dans le monde (1980-2010).**



Source : base de données FAOSTAT. Dernière mise à jour Août 2012. Disponible sur : <http://faostat.fao.org/> (Détails voir annexe chapitre 3).

En somme, on assiste à une réorganisation du commerce mondial des céréales. Bien que la perte du leadership américain, et l'ascension des pays en développement aient été inévitable à long terme<sup>177</sup>. La demande locale en céréales secondaires pour la production d'éthanol, jouera

<sup>177</sup> En effet, l'évolution de la demande agricole (croissance démographique mondiale et changement d'habitudes alimentaires) et les limites physiques de la disponibilité des terres agricoles des producteurs traditionnels, auraient abouti à la mobilisation de nouvelles terres agricoles (où le potentiel exploitable se trouve dans les pays en développement) pour subvenir aux besoins croissants de la demande.

le rôle de facteur additif, en accélérant la fin de la suprématie américaine sur les marchés internationaux de céréales et laisser place au pays en développement.

#### **4.2.2 Les exportations des graines et des produits oléagineux.**

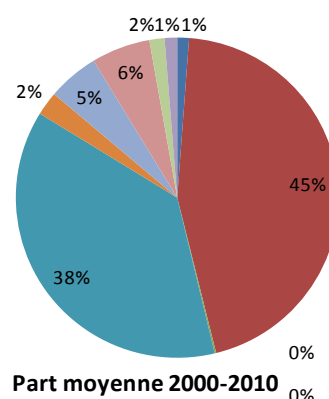
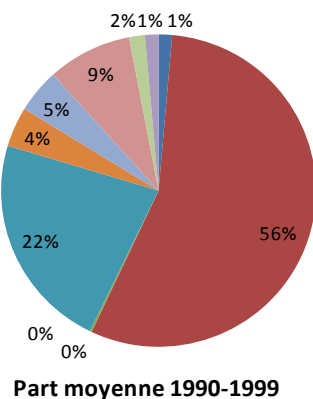
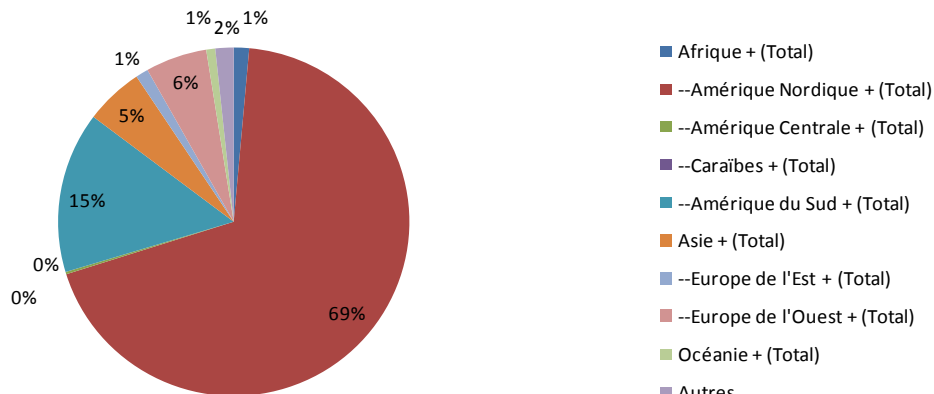
Durant la période récente, le rythme de croissance des exportations des graines et produits oléagineux a été plus rapide que celui de la plupart des autres produits (OCDE-FAO 2011). Les exportations mondiales des graines oléagineuses et des huiles végétales sont dominées par les graines de soja et d'huile de palme. Ainsi en 2010, les graines de soja représentaient près de 77 % du commerce mondial de graines oléagineuses. Viennent ensuite les graines de colza, avec près de 14 %, et enfin les graines de tournesol avec 3 % (le reste étant réparti entre les autres graines). De la même manière, en ce qui concerne le commerce des huiles végétales, l'huile de palme vient en tête, avec 53,25 % des échanges mondiaux, suivie par l'huile de soja (avec 16,24 %) et l'huile de colza (avec 8,68 %) (Le reste étant réparti entre les autres huiles). (FAOSTAT 2012).

Pareillement, ces échanges sont dominés par un nombre d'acteurs restreint. Ainsi, plus de 80 % des exportations mondiales de graines oléagineuses sont détenues par quatre pays des Amériques. Essentiellement composée de soja, la moyenne des exportations nord-américaines de la dernière décennie (2000-2010) s'est élevée à 45 % du total des exportations, contre 38 % pour celles d'Amérique du Sud (Graphique 24).

Malgré le maintien de la prépondérance des exportations américaines sur ce marché, la situation est en train d'évoluer rapidement ces dernières années. Comme l'illustre clairement le graphique ci-dessous (Graphique 24), depuis les années 1980, la part des exportations américaines a considérablement baissée. Passant ainsi, de près de 70 % en moyenne pour la décennie des années 1980, à seulement 45 % en moyenne durant cette dernière décennie. Cette perte profite essentiellement au continent Sud-américain qui gagne 23 % de part des exportations ; et dans une moindre mesure, aux pays de l'Europe de l'Est qui gagne 4 points.

**Graphique 24: Les parts des exportations des graines oléagineuses dans le monde (1980-2010).**

**Part des exportations des graines oléagineuses dans le monde (1980-1989).**

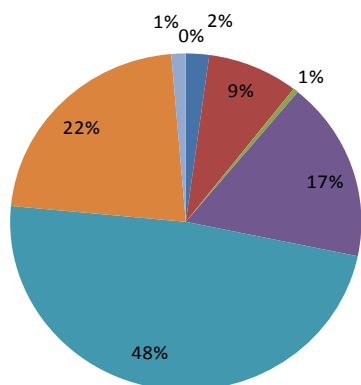
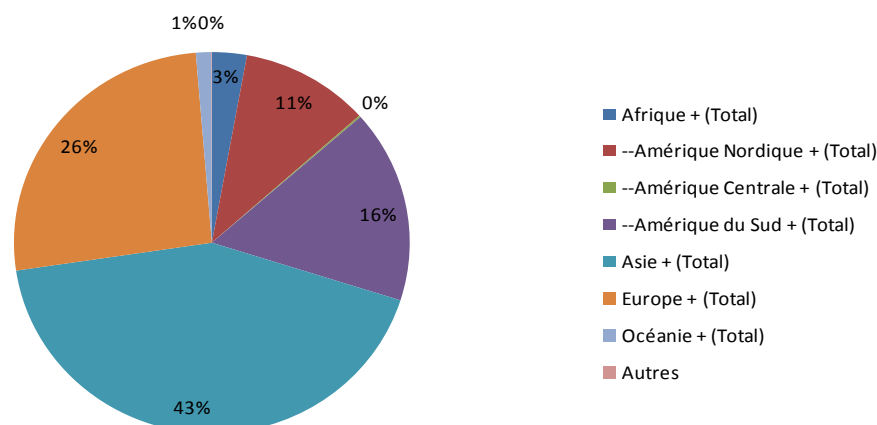


Source : base de données FAOSTAT. Dernière mise à jour Août 2012. Disponible sur : <http://faostat.fao.org/> (Détails voir annexe chapitre 3).

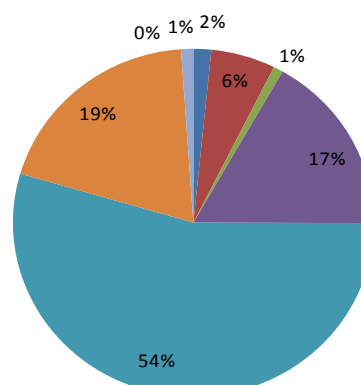
Par ailleurs le commerce d'huiles végétales, connaît lui aussi des transformations. Dans les années 1980, ces exportations provenaient essentiellement de trois régions. Premiers, les pays asiatiques avec une moyenne de 43 % durant cette décennie (essentiellement l'huile de palme), second, l'Europe avec 26 % (essentiellement l'huile de colza), et enfin l'Amérique du Sud constituait la troisième région exportatrice avec 16 % (grâce à l'huile de soja). Désormais, malgré le maintien de la structure globale du marché international, le poids des acteurs a évolué. Ainsi, en comparant la moyenne des exportations entre 1980 et 2010 (Graphique 25), les exportations européennes ne représentent plus que 19 %, contre 26 % dans les années 1980. Les exportations américaines cèdent cinq points, passant de 11 % à 6 %. Concédant ainsi la place aux pays asiatiques qui croient leur part de marché à 54 % (contre 34 %). Les pays d'Amérique-latine maintiennent leur position en gagnant 1 point (Graphique 25).

**Graphique 25: Les parts des exportations des huiles végétales dans le monde (1980-2010).**

**Parts des exportations d'huiles végétales dans le monde (1980-1989).**



**1990-1999.**



**2000-2010.**

Source : base de données FAOSTAT. Dernière mise à jour Août 2012. Disponible sur : <http://faostat.fao.org/>

Détails voir annexe chapitre 3.

Conformément à l'analyse du commerce des huiles végétales de l'Union européenne (que nous avons effectué précédemment), il apparaît évident que la demande pour la production de biodiesel a joué un rôle important dans la perte des parts européennes dans les exportations mondiales. Une conclusion qui était déjà évoquée par des travaux effectués en 2005 par Dronne, Y. et Gohin, A. (2005)<sup>178</sup> qui portaient sur les impacts des utilisations non-alimentaires des huiles de colza dans l'Union européenne sur les marchés et prix mondiaux.

Somme toute, la production de biodiesel dans les pays développés (Europe et Etats Unis) a joué un rôle négatif sur leurs exportations en graines et produits oléagineux, au profit des pays en développement. Ainsi, ces derniers renforcent leurs positions sur les marchés

<sup>178</sup> Dronne, Y. et Gohin, A. (2005). Le développement des utilisations non alimentaires de l'huile de colza dans l'UE : quels impacts sur les marchés et prix mondiaux ? Oléagineux, Corps Gras, Lipides (OCL). Vol. 12, Numéro 5, Septembre-décembre 2005. Disponible sur : [http://www.jle.com/e-docs/00/04/17/E5/vers\\_alt/VersionPDF.pdf](http://www.jle.com/e-docs/00/04/17/E5/vers_alt/VersionPDF.pdf)

internationaux. Une tendance qui devrait se confirmer durant les années à venir. En 2011, les auteurs du rapport sur les perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020, prévoient que durant cette période de projection : « *Les deux tiers de l'expansion mondiale des plantations d'oléagineux devraient se produire dans les pays en développement, qui joueront par ailleurs un rôle de premier plan dans l'essor de la production mondiale d'huile végétale.* » (OCDE- FAO, 2011). Toujours dans les éléments de projections, « *La production de biodiesel devrait jouer un rôle significatif dans l'essor de la consommation mondiale.* »<sup>179</sup>.

Au final, au-delà de l'influence des facteurs de production agricoles (terres agricoles, rendements...etc.) et de l'impact des prix, le développement des biocarburants joue un rôle déterminant sur le commerce des grandes cultures. L'impact est d'autant plus sensible, que le plus gros du développement des biocarburants est réalisé dans des pays (ou régions) qui ont une grande influence sur les marchés internationaux. La production d'éthanol aux Etats Unis à partir de maïs affecte le marché des céréales, celle de biodiesel en Europe impacte les marchés d'oléagineux et des huiles végétales. On pourrait citer aussi le cas du Brésil, dont une large part de la production de canne à sucre est consacrée à la production d'éthanol. En conséquence, de nouveaux acteurs émergents investissent les marchés internationaux. En dépit de la perte du leadership des exportateurs traditionnels, c'est les pays en développement qui voient leurs parts d'exportations augmenter. Alors qu'une nouvelle configuration du commerce internationale se dessine pour les produits faisant l'objet d'échanges important (OCDE FAO 2011), le développement des biocarburants accélérerait vraisemblablement ce changement.

---

<sup>179</sup> OCDE-FAO (2011). Graines et produits oléagineux, Principaux éléments des projections (Chap. 5). In : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Paris : Edition OCDE, p. 126.

## CONCLUSION

Finalement, il est indéniable que le développement des biocarburants – particulièrement dans l’Union européenne et aux Etats-Unis – se traduit par l’implication directe ou indirecte des pays en développement, seuls à apporter des solutions concrètes aux difficultés que rencontre l’agriculture mondiale.

En effet, de nombreux défis sont apparus depuis les années 1990. Sans compter des paramètres comme la demande pour la production des biocarburants, l’augmentation de la population mondiale – qui compte actuellement plus de 7 milliards – et le changement des régimes alimentaires des pays émergents ; qui ont considérablement accrus les besoins en produits agricoles. Pourtant, l’offre agricole se heurte à plusieurs difficultés : le réchauffement climatique menace la productivité de l’ensemble des cultures, en plus d’être responsable des catastrophes naturelles (GIEC 2007), dont l’impact peut parfois bousculer les marchés mondiaux, la stagnation des rendements, dans les régions traditionnellement productrices et exportatrices est tout aussi préoccupante. Dans cette nouvelle configuration du marché agricole mondiale, il en sort que seule l’exploitation du potentiel agricole des pays en développement, permettrait de maintenir le rythme de croissance avec les nouveaux facteurs cités précédemment.

Le regain d’intérêt pour le développement des biocarburants, au début de la dernière décennie, s’est traduit par une flambée de la demande de matières premières agricoles, s’accaparant ainsi une partie de la production alimentaire. De plus, l’extension des surfaces agricoles énergétiques (pour la production de biocarburants) se fait au détriment des cultures alimentaires. Mais encore, au vu des ambitions politiques affichées dans les différentes régions du monde, les biocarburants peuvent être considérés comme un nouveau facteur conjoncturel du marché agricole.

Dans ce contexte de tension, le développement des biocarburants exacerbe davantage les marchés agricoles, particulièrement ceux des céréales, du sucre, et des produits oléagineux. Bien que, la multiplicité des facteurs intervenants dans la détermination des prix, ne permette pas une quantification précise de l’« impact prix des biocarburants ». Leur implication dans la hausse des prix agricoles est incontestable. Si bien que l’effet prix, touche l’ensemble des facteurs de production agricole, particulièrement les terres agricoles.

Le phénomène d’accaparement des terres agricoles des pays en développement (*land grabbing*), illustre clairement les mécanismes engagés dans la nouvelle disposition de

l'agriculture mondiale. Tout d'abord, l'ampleur des investissements dans les pays du Sud. Désormais, après avoir été longtemps délaissées, les terres agricoles des pays du Sud sont devenues essentielles à la sécurité alimentaire. Mais encore, des acquisitions sont réalisées, depuis peu, dans le but de produire des matières premières pour la fabrication de biocarburants et être exportées vers les pays développés.

Au terme de notre analyse, il apparaît évident que le marché agricole est en pleine réorganisation. La perte du leadership des acteurs historiques des marchés agricoles internationaux, se fait au profit de nouveaux acteurs constitués majoritairement de pays en développement. Dans cette perspective, le développement des biocarburants contribue de deux façons à cette réorganisation : d'une part, l'utilisation des matières premières agricoles pour la production de biocarburants accroît les distorsions sur les facteurs de production. Celles-là mêmes qui sont à l'origine de cette réorganisation. D'autre part, le fait que l'essentiel des biocarburants soit développé dans les régions historiquement exportatrices, contribue davantage au désengagement de cette dernière des marchés internationaux.

# **Chapitre 4 : Les implications environnementales du développement des biocarburants.**

## **INTRODUCTION**

Les biocarburants ont été présentés comme une alternative environnementale aux carburants fossiles. Le double intérêt écologique avancé était : D'une part, ils représentent une énergie renouvelable grâce à l'aspect reproductible des matières premières agricoles. Et d'autre part, ils sont considérés comme une énergie propre, du fait que les émissions de carbone liées à leur utilisation sont absorbées par les plantes qui ont servi à leur production. Toutefois, des critiques se sont élevées pour dénoncer des impacts négatifs que pourrait engendrer le développement des biocarburants. En effet, la production de biocarburants s'accompagne d'une multitude d'opérations, telles que la mise en culture des terres, le transport, la transformation des matières premières...etc. Chacune de ces étapes peut s'accompagner d'impact négatif sur l'environnement. Ces dernières années, de nombreuses études ont été réalisées pour évaluer les différents impacts des biocarburants. Les résultats varient selon les études et peuvent être parfois contradictoire.

Il est fondamental de clarifier et comprendre, cet aspect environnemental des biocarburants. D'autant plus, que tout un ensemble de dispositif politico-économique – déployé depuis le début des années 2000 – puise sa justification dans le caractère environnemental des biocarburants.

L'intérêt de ce chapitre est de faire la lumière sur cette question et de distinguer les implications environnementales que pourraient engendrer le développement des biocarburants. Tout d'abord nous ferons le point sur la méthode d'évaluation des impacts. Nous analyserons, ensuite, l'ensemble des impacts des biocarburants. On commencera par les émissions de gaz à effet de serre, dont l'impact est global. Les autres types d'impacts – dont les effets sont circonscrits – seront examinés en deux temps. Premièrement, les impacts liés aux étapes de production des biocarburants ; ensuite ceux liés à la consommation. Nous terminerons par mettre en exergue les limites auxquelles sont confrontées ces analyses. Enfin, nous clôturerons ce chapitre par une évaluation économique de ces impacts environnementaux.



Nous distinguerons les mécanismes de valorisation économiques et financiers de ces impacts, et leur articulation dans un cadre de développement international des biocarburants.

## **1 Cadre méthodologique d'analyse des impacts environnementaux :**

### **1.1 Méthodologie de l'analyse du cycle de vie.**

C'est au début des années 1990, dans un contexte de prise de conscience de l'urgence environnementale de la planète, qu'est né la nécessité de mettre en place une approche d'évaluation des impacts environnementaux. S'inspirant d'une méthode utilisée dans les années 1960, pour la sélection des matériaux dans le domaine de l'emballage – évaluant l'ensemble des étapes élémentaires du cycle de vie du produit – la démarche de la communauté scientifique consistait en l'élaboration d'une approche scientifique multicritère. Celle-ci, permettant d'évaluer l'ensemble des étapes nécessaires à la production d'un bien. De la production à la destruction du produit, en passant par son utilisation, l'ensemble des étapes doivent être prises en considération. Tous les flux de matières et d'énergie entrants et sortants sont inventoriés, ensuite on évalue leurs impacts environnementaux. Connues sous le nom d'« écobilans » dans un premier temps, ces approches ont fait l'objet d'une normalisation internationale en 1997, sous l'appellation « d'Analyse de Cycle de Vie ». (Ballerini, D. (2007))<sup>180</sup>

La norme ISO 14040-43 (ISO/FDIS 14040 on Environmental Management, 1997) fixe des bases méthodologiques et déontologiques définissant l'ACV en quatre étapes (Ballerini, D. (2006))<sup>181</sup>: la définition des objectifs et du champ de l'étude, l'analyse de l'inventaire des émissions et de la consommation des ressources naturelles non-renouvelables, l'évaluation de l'impact environnemental, et enfin l'interprétation des résultats (le cas échéant la recherche d'amélioration).

La normalisation des méthodes d'évaluation, permet d'atténuer les différences méthodologiques et faciliter ainsi la comparaison des résultats de diverses études menées à travers le monde.

---

<sup>180</sup> Ballerini, D. (2007) Les bilans sur l'environnement. In : Le plein de biocarburant ? Paris : Technip, p132.

<sup>181</sup> Ballerini, D. (2006) Les bilans économiques et environnementaux des filières de production. In : Les biocarburants : Etats des lieux, Perspective et enjeux du développement. Paris : Technip, p 323. Chap. 7

## **1.2 Application de l'ACV aux biocarburants.**

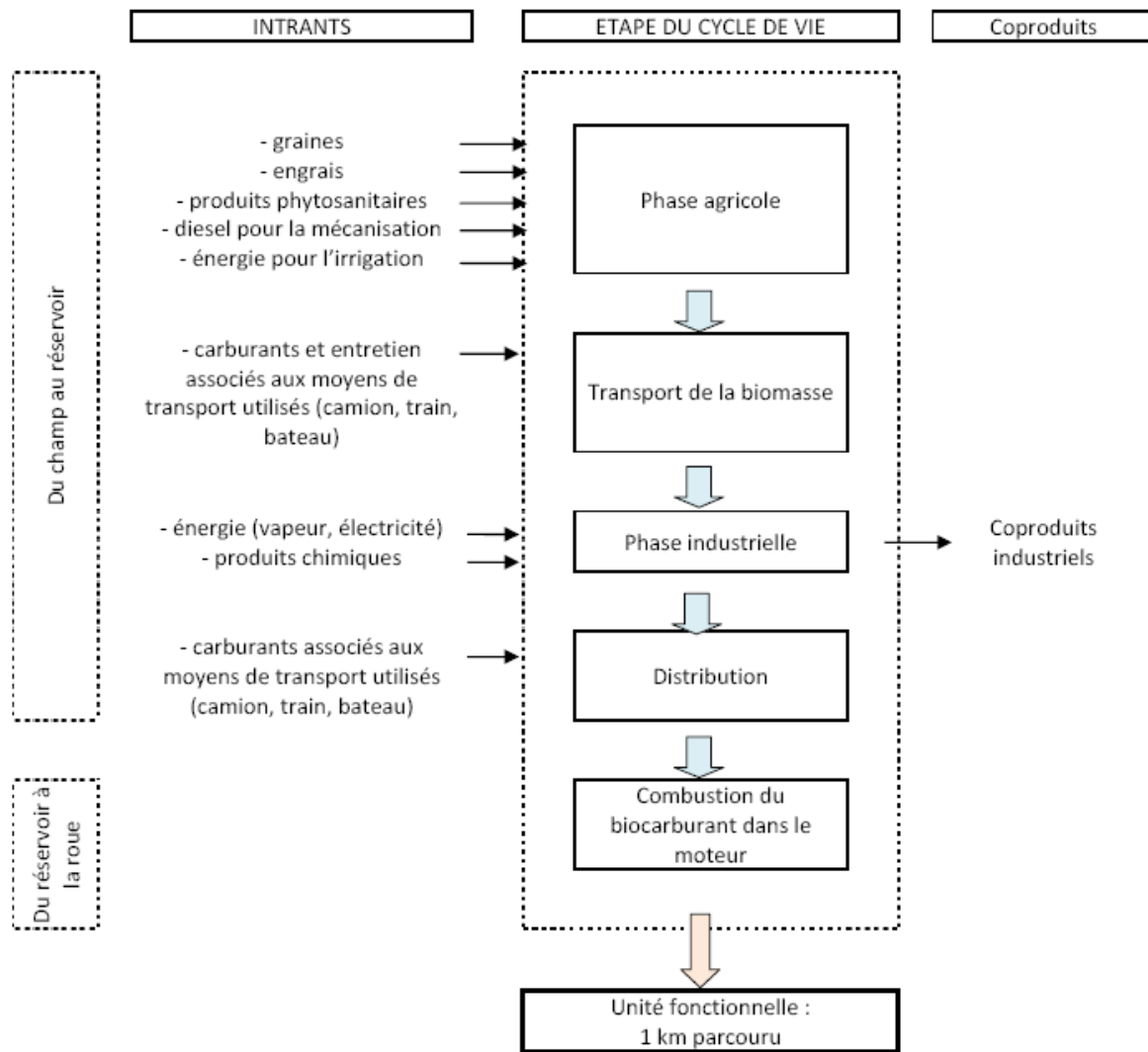
Dans son application aux biocarburants, l'ACV se déploie comme suit :

La première étape consiste à déterminer l'objectif et à délimiter le champ de l'étude. Comme carburant, l'évaluation des impacts environnementaux des biocarburants se concentre sur les émissions polluantes dans l'air (GES) comparées aux carburants fossiles. Néanmoins du fait de la nature agricole des matières premières, il est indispensable d'agrandir le champ d'évaluation aux impacts environnementaux causés par la production agricole destinée à la production de biocarburants. Ainsi sont pris en considération les impacts environnementaux de l'étape de production de matières premières, affectation des sols et de l'eau, impact sur les ressources naturelles non-renouvelables...etc. Les indicateurs environnementaux seront sélectionnés en fonction des objectifs de l'étude.

**Après avoir fixé les objectifs de l'étude**, on définit minutieusement le cadre de l'étude, cette étape est cruciale puisque les résultats seront conditionnés par les choix effectués lors de cette étape.

**Dans un premier temps on définit les frontières** du cycle de vie du biocarburant, ainsi que les étapes qui le constituent. Traditionnellement le cycle de vie d'un carburant est défini du « puits à la roue », dans le cas des biocarburants on parle du « champ à la roue ». Il comporte deux grandes étapes : la première du « puits (ou champ) au réservoir », la seconde « du réservoir à la roue » (figure 7). Les filières des biocarburants sont couramment subdivisées en cinq étapes élémentaires (figure7).

Figure 7 : Cycle de vie des filières biocarburants.



Source : ADEME (2010). Analyse de cycle de vie des biocarburants de première génération consommés en France. p 28.

**Etape agricole :** équivalente à l'étape d'extraction et de production de pétrole dans le cas de carburants fossiles. La parcelle de terre où est cultivée la matière première destinée à la production de biocarburant fait l'objet d'attention particulière. Ainsi sont comptabilisés tous les intrants nécessaires à la culture et à la récolte de la production agricole qui sera transformée en biocarburant. De la même manière seront déduits les « flux sortants » durant cette phase.

**Etape de transport de la biomasse :** cette étape concerne le transfert de la matière première de son lieu de production (la ferme), au lieu de transformation (bioraffinerie). L'impact pendant cette étape diffère selon les modes de transport utilisés. Cette étape est généralement intégrée dans la première étape agricole (étape agricole).

**Etape de transformation (ou industrielle) :** elle serait équivalente à l'étape de raffinage du pétrole. Ici le champ d'études se limite au site des bioraffineries. Durant cette phase sont comptabilisés tous les flux entrants et sortants liés à la transformation des matières premières végétales en biocarburant. Les principaux intrants sont la consommation d'énergie et les réactifs nécessaires à la transformation (ADEME (2010)). C'est durant cette étape que sont générés les premiers coproduits de la production de biocarburants. Ces derniers permettent de réduire l'impact environnemental des biocarburants<sup>182</sup>.

L'étape de transformation peut se limiter à une première transformation qui nous permet d'obtenir des biocarburants du type éthanol ou biodiesel. Néanmoins, la transformation peut être encore poussée afin d'obtenir de l'ETBE (Ethyl Tertio Butyl Ether) et EMHV (Esther Méthylique d'Huile Végétale) des biocarburants produits respectivement à partir d'éthanol et de biodiesel. Les flux entrants et sortants liés à cette nouvelle transformation viendront s'ajouter au bilan environnemental.

**Etape de distribution :** une fois finalisée, la production des biocarburants est acheminée vers les stations-service pour être distribué à la pompe. Cette étape consiste à évaluer les différentes émissions de GES qu'engendre le transport des biocarburants, des raffineries aux stations-services. Là aussi, il peut y avoir des écarts de résultats en fonction des moyens de transports utilisés.

**Etape du véhicule :** cette étape finale de la vie du carburant, consiste à évaluer les impacts liés à la combustion du carburant dans le moteur du véhicule.

En plus de comptabiliser les émissions liées aux différentes étapes de production des biocarburants (mentionnées précédemment), l'ACV peut intégrer dans son examen différents impacts environnementaux liés aux activités nécessaires à la production des intrants.<sup>183</sup>

Il est important de noter qu'il peut y avoir des nuances dans le tracé des frontières de chaque étape. A titre d'exemple, l'étape de transport de la biomasse peut être considérée séparément ou assimilée à l'étape agricole. Cette différence aura un impact sur l'attribution de la responsabilité environnementale des étapes considérées, cependant le résultat global ne devrait pas être affecté.

---

<sup>182</sup> Le coproduits générés sont autant de matière agricole économisée par ailleurs pour l'alimentation animale par exemple (Taheripour, F. et al., 2010). (Cf. Chap. 3 ; LE changement d'affectation des terres agricoles.)

<sup>183</sup> L'analyse de cycle de vie prend en considération les impacts environnementaux des composés utilisés lors du processus de production. Par exemple l'impact environnemental et la nature non renouvelable des engrais utilisés par l'agriculture dérivés des hydrocarbures.

Dans la continuité de l'établissement du champ de l'étude, on doit définir le contexte géographique et temporel inhérent au type de biocarburants étudiés. En effet, les bilans environnementaux des biocarburants sont étroitement liés aux technologies et aux régions géographiques relatives à leur production.

Comme pour la production d'éthanol (Cf. Chap. 1, Analyse des coûts des productions des biocarburants), il existe principalement deux procédés de fabrication d'éthanol de première génération. Le procédé dit par « *voie sèche* » est moins élaboré que celui dit par « *voie humide* », par conséquent, ce dernier fait appel à plus d'intrants chimiques et consomme plus d'énergie. Ainsi, l'empreinte environnementale diffère selon le type de procédé. De la même manière, la performance environnementale des biocarburants est fonction des choix technologique, des régions de production, des matières premières...etc. Par exemple, « *en termes d'émissions GES : consommer un kWh d'électricité en France ou en Europe à une même date (2010) n'est pas du tout équivalent. L'électricité d'origine nucléaire, voie pour laquelle les émissions de GES sont extrêmement faibles, représente plus de 75 % des consommations françaises. L'électricité européenne moyenne provient en plus grande partie de centrales thermiques ; le bilan GES de cette dernière production est donc beaucoup plus élevé : de l'ordre de 450 gCO<sub>2</sub>éq/kWh contre 100 gCO<sub>2</sub>éq/kWh en France* » (Ballerini, D. (2007))<sup>184</sup>. On peut citer aussi la différence des rendements agricoles naturels propres à chaque région (la nature des sols, climat...etc.). De ces faits résulte une grande variabilité des bilans environnementaux.

Après avoir établi le cadre de l'étude, la seconde étape de l'ACV consiste à faire l'inventaire des flux entrants (matière première, engrais, fioul, électricité...etc.) et sortants (produits, coproduits, émission de GES, déchets...etc.) de chacune des étapes élémentaires du cycle de vie du biocarburant (Figure 8). En effet, cette dernière opération nous permet de quantifier les différents impacts environnementaux, grâce à des coefficients<sup>185</sup> préétablis permettant d'évaluer la contribution de chaque flux.

Alors qu'initialement, les études environnementales des biocarburants se concentraient sur les émissions de gaz à effet de serre. Les récentes études couvrent un champ d'impact plus large, intégrant ainsi l'épuisement des ressources naturelles, la toxicité, et l'eutrophisation.

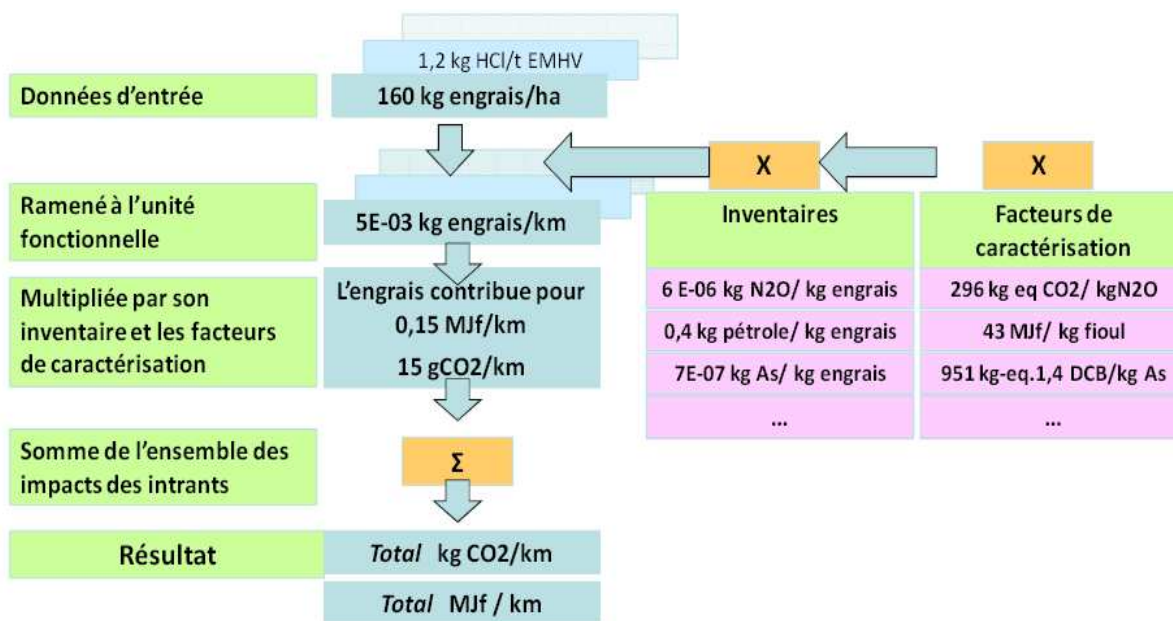
---

<sup>184</sup> Exemple extrait de : Ballerini, Daniel (2007). Les bilans sur l'environnement dans le plein de biocarburant ? Paris : Technip, p 133.

<sup>185</sup> Les coefficients des impacts environnementaux potentiels sont déterminés par les scientifiques de chaque domaine.

Concernant les bilans de GES, on retrouve régulièrement trois indicateurs : le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Les résultats finaux sont exprimés en grammes de CO<sub>2</sub> équivalent (gCO<sub>2</sub>éq) en utilisant des facteurs de conversion<sup>186</sup>.

Figure 8 : Illustration du calcul pratique d'une ACV.



Source : ADEME (2010). Analyse de cycle de vie des biocarburants de première génération consommé en France. p 30.

Une fois les résultats établis, on les rapporte à une unité de référence appelée « unité fonctionnelle ». Dans le cas d'études portant sur les carburants routiers (carburants fossiles ou biocarburants), les résultats sont rapportés soit à la distance parcourue (ex : gCO<sub>2</sub>éq/km) – pour cela on divise les résultats obtenus en kilomètres par la consommation moyenne du véhicule – soit on exprime les résultats en termes de « quantité » d'énergie fournie (ex : MJ/km). (Figure 8).

<sup>186</sup> Ces facteurs de conversion sont appelés Pouvoirs ou Potentiel de Réchauffement Globaux (PRG). Le PRG est un indicateur qui vise à regrouper en une seule valeur l'effet additionné de toutes les substances contribuant à l'accroissement de l'effet de serre (INSEE). Ce coefficient vaut 1 pour le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), 23 pour le méthane (CH<sub>4</sub>) et 296 pour le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). (Voir annexe Chapitre 4 A.4.1)

## 2 Les impacts globaux :

### 2.1 Les émissions de gaz à effet de serre (sans Changement d'Affectation des Sols (CAS)<sup>187</sup>).

La majeure partie de la littérature scientifique s'accorde sur le fait que l'utilisation des biocarburants permet de réduire les émissions de GES comparée à leurs équivalents fossiles. Cependant il est très souvent fait état de dissensions quant aux résultats des études.

Comme nous l'avons exposé ci-dessus, la production des biocarburants fait appel à divers intrants tout au long de la chaîne de production, ce qui explique la complexité de l'évaluation du cycle de vie des biocarburants, et se traduit par une certaine difficulté d'évaluation des impacts environnementaux.

La responsabilité de la phase agricole est cruciale dans les résultats des bilans GES des biocarburants (Zah et al. (2007))<sup>188</sup>. Nous analyserons dans un premier temps les principaux postes d'émission de GES sans prendre en considération les changements d'affectation des sols (CAS), ces derniers seront analysés séparément.

L'examen de la question de durabilité environnementale des cultures agricoles nécessaires à la production de biocarburants réalisé par Kim, S. et Dale B.E. (2004)<sup>189</sup>, a abouti au classement des impacts environnementaux globaux par type de culture. En effet les cultures vivaces (luzerne ou panic érigé) utilisent moins d'énergie fossile et émettent moins de CO<sub>2</sub> que les cultures à rotation plus longue comme le maïs ou de soja. Ces derniers font appel à plus d'intrants (engrais, irrigation, énergie...etc.) et présentent par conséquent un bilan d'émission de GES moins performant. Il est à noter, que l'essentiel des biocarburants produits actuellement est issu de cultures vivrières (maïs, soja, canne à sucre...etc.), l'utilisation des cultures vivaces concerne les biocarburants de seconde génération dont la production reste actuellement marginale.

Les émissions de GES de la production agricole sont multiples. Premièrement, l'utilisation de carburants fossiles (machine, énergie, séchage...etc.) augmente sensiblement les émissions de

---

<sup>187</sup> Dans cette partie on se limite aux émissions liées aux étapes de production agricole, industrielles et à la consommation. Les émissions liées aux changements d'affectation des sols seront étudiées dans la partie suivante.

<sup>188</sup> Zah, R., Böni, R., Gauch, M., Hischer, R., Lehmann, M. and Wäger, P. (2007) Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen. EMPA.

<sup>189</sup> Kim, S. et B.E. Dale (2004). Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. Biomass and Bioenergy, vol. 26, pp. 361-375.

CO<sub>2</sub>. Selon le rapport de l'ADEME 2010<sup>190</sup>, la consommation d'énergie non renouvelable de l'étape agricole varie de 15 % à 25 % de l'énergie totale consommée durant tout le processus de production des biocarburants produits en France. Seconde source d'émissions les engrais. On peut considérer que l'utilisation des engrais pèse doublement sur le bilan GES des biocarburants. D'une part, leur fabrication contribue aux émissions de GES du fait de leur nature pétrochimique. D'autre part, lors de leur emploi comme engrais. En effet l'utilisation des fertilisants azotés, l'ammoniac (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) est ensuite transformée au sol par des bactéries et libère le protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O<sup>191</sup>.

D'après les travaux réalisés par Crutzen et Coll. (2007)<sup>192</sup> les cultures dédiées à la production de biocarburants libèrent trois à cinq fois plus de N<sub>2</sub>O que les autres cultures. Les cultures énergétiques utilisent plus d'engrais azotés, présent par conséquent des bilans GES moins performants. Les émissions de N<sub>2</sub>O du biodiesel produit en France à partir de colza contribuent à hauteur de 40 % du bilan GES (ADEME 2010)<sup>193</sup>. Le niveau d'émission du protoxyde d'azote dépend également des facteurs climatiques et de la nature des sols, l'empreinte environnementale peut donc varier d'une région à une autre.

L'étape de transformation des matières premières en biocarburants (étape industrielle) est la plus émettrice de GES pour la filière éthanol (ADEME (2010)), la transestérification du biodiesel étant moins polluante (UNEP (2009))<sup>194</sup>. Concernant la production d'éthanol le bilan de GES varie aussi selon l'usage fait des coproduits. Les émissions sont élevées lorsque les coproduits de l'éthanol sont utilisés comme aliments de bétail. A l'inverse leur utilisation comme combustible (ex la bagasse) améliore considérablement le bilan environnemental (Gnansounou, E. et al. (2009)). Dans le cas de l'éthanol issu du blé étudié par Gnansounou, E.

---

<sup>190</sup> ADEME (2010). Analyse des postes contributeurs. In : AVC des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération en France. février 2010. p 168.

<sup>191</sup> ADEME (2010). L'incertitude sur les émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). In : Emissions des biocarburants, changement d'affectation des sols et protoxyde d'azote. p 4. Synthèse et discussion des résultats de l'étude « ACV appliquées aux biocarburants de première générations consommés en France ». Disponible sur : [http://www.demeter-partners.com/doc\\_site/documents/2010-05-24\\_emissions\\_biocarb\\_cas\\_n2o\\_2.pdf](http://www.demeter-partners.com/doc_site/documents/2010-05-24_emissions_biocarb_cas_n2o_2.pdf)

<sup>192</sup> Crutzen, P.J., Mosier, A.R., Smith, K.A., et Winiwarter, W. (2007). N<sub>2</sub>O Release from Agro-Biofuel production Negates Global Warming Reduction by Replacing Fossil Fuels. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, Vol. 8, 2007, p392.

<sup>193</sup> ADEME (2010). L'incertitude sur les émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). In : émissions des biocarburants, changement d'affectation des sols et protoxyde d'azote. p 4. Synthèse et discussion des résultats de l'étude « ACV appliquées aux biocarburants de première générations consommés en France ». Disponible sur : [http://www.demeter-partners.com/doc\\_site/documents/2010-05-24\\_emissions\\_biocarb\\_cas\\_n2o\\_2.pdf](http://www.demeter-partners.com/doc_site/documents/2010-05-24_emissions_biocarb_cas_n2o_2.pdf)

<sup>194</sup> Bringezu, S. et al. (2009). The greenhouse gas balances of biofuel. In: Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels, UNEP 2009, p52. Disponible sur : [http://www.unep.org/pdf/Assessing\\_Biofuels-full\\_report-Web.pdf](http://www.unep.org/pdf/Assessing_Biofuels-full_report-Web.pdf)



et al. (2009)<sup>195</sup>, les résultats des émissions de GES de l'éthanol varient de - 0.016 Kg CO<sub>2eq</sub>/km (coproduits utilisés comme combustibles) à + 0.151 Kg CO<sub>2eq</sub>/km (coproduits utilisés pour l'alimentation animale)<sup>196</sup>. Présentant ainsi une variation de la réduction d'émission de GES allant de -107 % à -36 % par rapport à son équivalent fossile.

Par ailleurs on constate d'autres émissions de gaz à effet de serre spécifiques aux procédés de fabrication de l'éthanol qu'on ne trouve pas dans les procédés de fabrication du biodiesel. L'étape de fermentation des matières végétales nécessaire à la fabrication d'éthanol est émettrice de N<sub>2</sub>O et de méthane (des gaz à fort effet de serre). Les nouvelles avancées techniques réalisées ces dernières années permettent d'atténuer les émissions de GES. Déjà en 2007, les travaux de Wang et al. mettaient en évidence l'importance des performances technologiques et techniques des usines de transformation d'éthanol sur les émissions de GES. La récupération des gaz émis lors du processus, l'utilisation de nouvelles technologies plus propres, l'utilisation d'énergie moins polluante (ex : gaz naturel) ou même des énergies renouvelables, lors de la transformation des matières premières agricoles en bioéthanol permettent d'améliorer considérablement le bilan GES (Wang et al. (2007))<sup>197</sup>. Les biocarburants devraient présenter des bilans GES plus performant au fur et à mesure que la technicité et la technologie des bioraffineries s'améliorent.

La contribution des opérations de transport au bilan GES, des matières premières (de la ferme à la bioraffinerie) ou des biocarburants (des bioraffineries aux stations-service), reste relativement faible (ADEME (2010)). Ces résultats dépendent évidemment des moyens de transport utilisés (ferroviaire, routier ou maritime). Lorsqu'il s'agit des transports intercontinentaux, l'utilisation des tankers et des gazoducs limite la part des émissions des opérations de transport à 10 % du bilan GES global (UNEP (2009)).<sup>198</sup>

La dernière étape du cycle de vie du biocarburant est la consommation du produit, elle revient donc à l'utilisation du biocarburant dans le véhicule. Les quantités de CO<sub>2</sub> qui s'échappent du véhicule – imputés à la combustion du biocarburant – sont considérées comme étant annulées par l'absorption et la fixation du CO<sub>2</sub> de la plante lors de sa croissance.

---

<sup>195</sup> Gnansounou, E. et al. (2009). Life cycle assessment of biofuels: energy and greenhouse gas balances, *Bioresource Technology*, Vol. 100 (21), p. 4919-4930.

<sup>196</sup> Dans les deux cas le niveau d'émission de GES est inférieur à celui de l'essence qui équivaut à 0.237 Kg CO<sub>2eq</sub>/km.

<sup>197</sup> Wang, M. et al. (2007). Life-cycle energy and greenhouse gas emission impacts of different corn ethanol plant types. *Environmental Research Letters* 2 (024001): 13pp.

<sup>198</sup> UNEP (2009). The greenhouse gas balances of biofuel. In: *Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels*. p53.

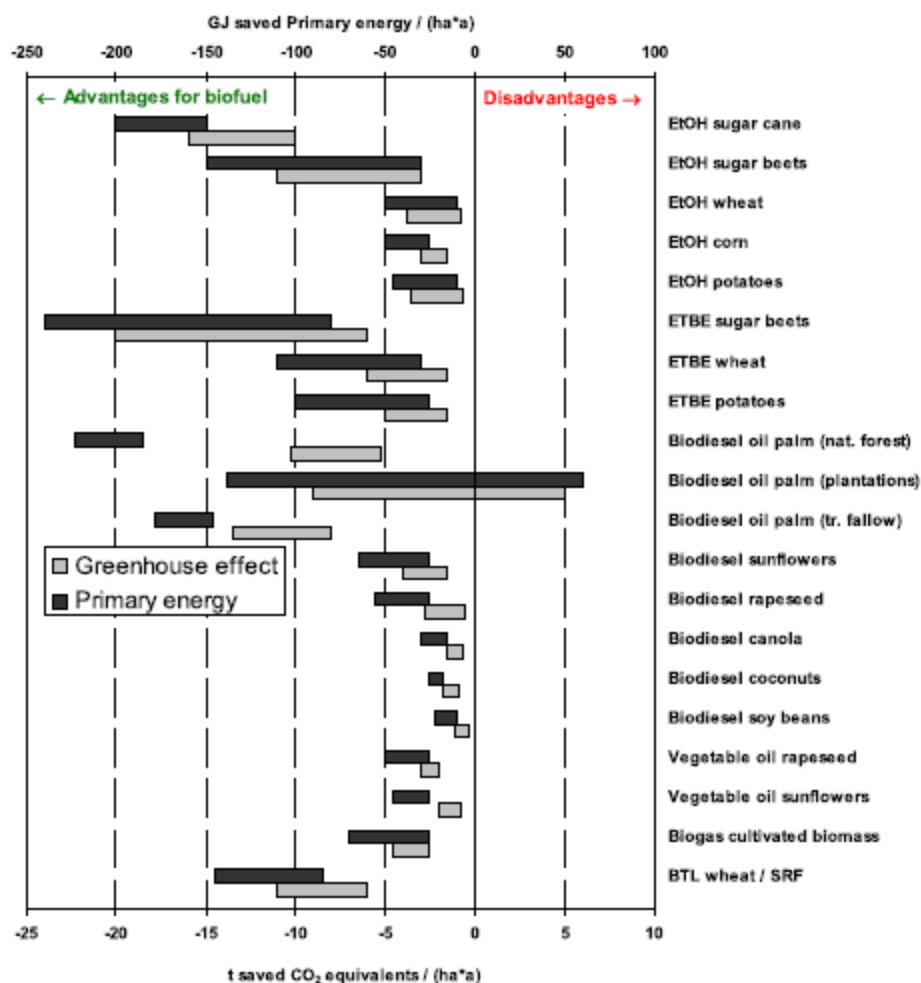
Afin d'analyser les avantages et les inconvénients environnementaux des différents biocarburants, Reinhardt et al. ont procédé, en 2008, à une analyse comparative de plus de 800 études internationales (Reinhardt, G.A., et al. (2008))<sup>199</sup>. Les résultats de cette étude montrent que la majorité des biocarburants utilisés dans le monde, permettent de réduire les émissions de GES. Toutefois, lorsque les changements d'affectation des sols (CAS) sont pris en compte, les bénéfices environnementaux des biocarburants sont revus à la baisse. Dans certains cas étudiés, les biocarburants sont plus polluants que leurs équivalents fossiles. Par exemple, le biodiesel issu d'huile de palme peut avoir un bilan négatif lorsqu'il entraîne la conversion de forêt tropicale (Graphique 19).

De plus, ces auteurs mettent en évidence les niveaux élevés de variabilité des résultats qu'ils estiment découler des hypothèses formulées au sujet des limites des systèmes étudiés, et soulignent les difficultés qui peuvent s'avérer lors de la comparaison des résultats.

---

<sup>199</sup> Reinhardt, G.A., Rettenmaier, N. et Köppen, S. (2008). How sustainable are biofuels for transportation? Proceedings of Bioenergy: Challenges and Opportunities. International Conference and Exhibition on Bioenergy, 6-9 avril 2008, Guimarães (P).

Graphique 26 : Emissions de GES et utilisation d'énergie primaire des biocarburants (Rainhart et al, 2008).



Source: Rainhart et al. (2008). "Environmental assessment of biofuel for transport and the aspects of land use competition". Biomass and bioenergy. n° 35. p 2318.

## 2.2 Emissions de GES causées par les changements d'affectation des sols (CAS).

Comme nous l'avons déjà vu précédemment la production de biocarburants mobilise d'importantes surfaces agricoles (Cf. Les besoins agricoles de la production de biocarburants ; chap. 3). Pour des raisons de rentabilité économique, les nouvelles terres mises en culture doivent être naturellement riches pour procurer les meilleurs rendements aux moindres coûts. Toutefois dans la plupart des cas, ces terres sont associées à un fort capital écologique (biodiversité, stock de carbone, habitats naturels, écosystème...etc.).

Plusieurs travaux ont été menés ces dernières années sur les émissions de GES causées par la mise en culture de terre à des fins énergétiques, notamment pour la production de

biocarburants (Fargione, J. et al. 2008<sup>200</sup>, Searchinger, T. et al. 2008<sup>201</sup>, Gibbs, H. K. et al. 2008<sup>202</sup>, Fritsche, U.R. 2008<sup>203</sup>, Australian Biofuel Institute 2008<sup>204</sup>). L'ensemble des résultats obtenus par ces études – fréquemment exprimés en CO<sub>2</sub>/ha – montrent que la conversion des forêts tropicales, prairies, savanes...etc. émettent d'importantes quantités de CO<sub>2</sub>. De plus, ces conversions s'accompagnent d'une « dette carbone » – le temps nécessaire pour compenser les émissions provoquées par la conversion – allant de quelques années à plusieurs centaines d'années.

D'après Fargione et al. (2008), la conversion des tourbières forestières en palmier à l'huile pour la production de biodiesel émet 3 452 tonnes de CO<sub>2</sub>/ha, avec une dette carbone de 423 années. Searchinger, T. et al. (2008) ont estimé que les émissions moyennes de GES imputables au CAS, nécessaires à la production d'éthanol issu de maïs aux Etats-Unis, seraient de 351 tonnes de CO<sub>2</sub> par hectare converti et impliquent une dette carbone de 167 ans (Searchinger, T. et al. (2008)).

A l'inverse lorsque les cultures sont établies sur des terres dégradées, le CAS peut contribuer à améliorer l'équilibre du CO<sub>2</sub> des sols. En effet, dans le cas des terres dégradés (pauvres en termes de biodiversité et contiennent peu de dioxyde de carbone), la mise en culture n'engendre que très peu d'émissions de CO<sub>2</sub>; et permet, dans certain cas, de fixer le CO<sub>2</sub> dans le sol au profit des bilans GES de biocarburants (Panichelli, L. et Gnanansounou, E., 2008)<sup>205</sup>.

Les conditions actuelles de l'agriculture mondiale, laissent prévoir d'importantes mobilisations de terres agricoles pour les années à venir (Cf. Chapitre3: implications du développement des biocarburants sur le marché agricole). Sachant que les terres les plus « rentables » sont déjà occupées et les terres à faible rendement ne sont pas viables. Alors la seule solution vraisemblable, pour garder de hauts rendements, est la déforestation.

---

<sup>200</sup> Fargione, J., Hill J., Tilman D., Polasky S. et Hawthorne P. (2008). Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science* 319, pp 1235 – 1238.

<sup>201</sup> Searchinger et al. (2008). Use of U.S croplands for biofuels increases GHG through emissions from land use change. *Science*, Vol. 319, 2008, p1239.

<sup>202</sup> Gibbs H. K., et al. (2008). Carbon payback times for crop-based biofuel expansion in the tropics: The effects of changing yield and technology. *Environmental Research Letters*, Vol. 3 (03400), pp 10.

<sup>203</sup> Fritsche, U.R. (2008). Impacts of biofuels on greenhouse. *FAO Expert Meeting Proceedings*. FAO, Rome.

<sup>204</sup> Australian Biofuel Institute (2008). *The Sustainability of Biofuels: Issues to Consider*. Australian Biofuel Institute.

<sup>205</sup> Panichelli, L., Gnanansounou, E., (2008). Estimating greenhouse gas emissions from indirect land-use change in biofuels production: concepts and exploratory analysis for soybean-based biodiesel production, *Journal of Scientific and Industrial Research*, 67, pp. 1017 – 1030.

De ce fait, les terres naturellement riches (ex : forêts tropicales, tourbières...etc.) – affichant des potentiels de rendements élevés – font l’objet d’une attention particulière des investisseurs de la filière biocarburant. Alors que les cultures de palmiers à l’huile pour la production de biodiesel contribuent déjà la conversion de forêts tropicales en Asie du Sud-est, plusieurs études (FAO (2008) ; IFPRI (2011)<sup>206</sup>) mettent en gardent contre le risque de déforestation causé par la production à venir des biocarburants.

C’est dans ce contexte qu’en 2009, la Directive européenne sur les énergies renouvelables (Directive 2009/28/CE) avait intégré de nouveaux critères de durabilité des biocarburants, afin de s’assurer que le développement des biocarburants en Europe ne se fera pas au détriment des forêts tropicales et des tourbières riches en carbones.

En Juillet 2011, la Commission Européenne a approuvé les premiers mécanismes<sup>207</sup> de durabilité, expressément destinés à contenir le phénomène de déforestation causé par la filière des biocarburants. Ces mesures permettent d’évaluer la durabilité de l’ensemble de la chaîne d’approvisionnement et de la production des biocarburants. Les biocarburants qui entraînent la déforestation ne sont pas considérés comme durables, ils n’entrent pas dans le cadre de la politique de développement des énergies renouvelables de l’Union Européenne. De ce fait ils ne bénéficient pas des mesures de soutien et se trouvent donc pénalisés. Ces mécanismes sont abordés plus en détail dans le chapitre 2.

## 2.3 Analyse des résultats d’ACV des émissions de GES (ADEME 2010) :

### 2.3.1 Résultats sans changement d’affectation des sols (CAS).

**Tableau 33 : Comparaison des résultats de trois études portant sur le potentiel de réduction des émissions de GES par rapport aux filières fossiles de référence respectives.**

Réduction des émissions de GES	BIO IS 2009	JRC/EUCAR/CONCAWE 2008*	ADEME/DIREM 2002
<b>Ethanol de betterave</b>	66%	56%	65%
<b>Ethanol de blé</b>	49%	30%	64%
<b>Ethanol maïs</b>	56%	Non traité	Non traité
<b>Ethanol de canne à sucre</b>	72%	72%	Non traité
<b>EMHV de colza</b>	59%	53%	76%

<sup>206</sup> Laborde, D. (2001). Assessing the land use change consequences of European biofuel policies, IFPRI, 2011. European Commission.

<sup>207</sup> La durabilité des biocarburants peut être contrôlée par les Etats membres (dans le cadre de la Directive 2009), soit par des mécanismes volontaires soumis à l’approbation de la Commission européenne. (Communiqué de presse – Les premiers mécanismes de durabilité des biocarburants à l’échelon de l’UE sont approuvés).

<b>EMHV de tournesol</b>	73 %	70%	81%
<b>EMHV de soja</b>	77%	17%	Non traité
<b>EMHV de palmier à l'huile</b>	76%	45%	Non traité

Source : ADEME 2010, AVC des biocarburants de première génération en France. p218.

\*: données mis à jour en 2008.

Remarque : Chaque étude utilise des méthodes d'évaluation différente (méthode d'approche, unité fonctionnelle...etc.), le plus important à observer est les niveaux de réduction des GES par rapport au carburant fossiles de référence.

Ces trois études ne prennent pas en considération les effets du changement d'affectation des terres.

ADEME/DIREM : étude réalisée en 2002 qui sert encore de référence dans les travaux actuels.

Les trois études exposées dans ce tableau se présentent comme suit :

- ADEME/DIREM : réalisée en 2002, est la première étude détaillée réalisée en France par la société Price Water House Coopers pour le compte de l'ADEME et la DIREM. Elle est devenue depuis une référence en matière d'étude d'impacts environnementaux des biocarburants.
- JRC/EUCAR/CONCAWE : est une étude européenne réalisée en 2004 (mise à jour en 2004 puis en 2008) par les trois organismes JRC (Centre Commun de Recherche de la Commission Européenne), CONCAWE (l'Association Européenne des Compagnies Pétrolières pour l'environnement) et EUCAR (le Conseil Européen pour la Recherche et Développement des constructeurs d'Automobiles).
- BIO Intelligence Service : Agence de conseil environnement et développement durable. Elle effectue des travaux pour le compte de l'ADEME (en ce qui concerne les chiffres avancés dans le tableau).

Il est important de souligner qu'il existe une différence méthodologique quant à l'attribution des impacts entre l'étude européenne et les études françaises. Ces dernières utilisent le prorata massique, alors que l'étude européenne utilise la méthode de substitution. La méthode dite de substitution (ou d'impacts évités), permet de retrancher un « crédit » d'impacts une fois l'ensemble des impacts du biocarburant évalués. Cette méthode admet de retrancher les impacts environnementaux des coproduits qu'elle considère comme étant une production évitée (combustible ou alimentation animale), permettant ainsi une économie d'émission de GES. Cette différence méthodologique permet d'expliquer en partie la différence des résultats.

Néanmoins, malgré la différence méthodologique, les résultats des trois études présentés dans le Tableau 32, attestent de la réduction des émissions de GES de l'ensemble des filières de biocarburants comparées à leurs équivalents fossiles<sup>208</sup>. Les bénéfices varient de 30 % pour la filière d'éthanol issu du blé – la moins performante – à 81 % pour la filière la plus performante de l'EMHV de tournesol. Pour la filière d'éthanol, c'est l'utilisation de la canne à sucre qui permet d'aboutir aux meilleurs résultats, avec une réduction de 75 % des émissions

<sup>208</sup> Ces études ne prennent pas en considération les émissions de GES causées par les changements d'affectation des sols.

de GES. Pour la filière du biodiesel, les meilleures réductions de GES sont obtenues avec l'utilisation du soja, avec une réduction de 77 %. Enfin, on remarque que les gains les plus importants sont réalisés par les filières de biodiesel (EMHV).

### 2.3.2 Les émissions liées aux changements d'affectation des sols.

Actuellement, la considération des changements d'affectation des sols conditionne grandement les résultats du bilan des émissions de GES des biocarburants.

La complexité d'évaluation des émissions liée à la mise en culture des terres agricoles accroît la difficulté de modélisation. Dans son rapport de 2010, l'ADEME relève l'absence de référence sur ce sujet et propose des valeurs par type de culture (tableau 33).

D'autres incertitudes planent sur la quantification des émissions liées au phénomène de changement d'affectation des sols (direct ou indirect) dans plusieurs régions du monde. Ces lacunes sont imputées au manque d'information, qui peut être expliqué par plusieurs raisons (complexité, opacité, confidentialité des données). Seul le CAS direct en Europe est supposé nul, grâce à la rigueur des dispositifs réglementaires européens, qui permettent une traçabilité des produits.

**Tableau 34 : Données de référence de l'ADEME 2010 : Stock de carbone par type de culture.**

Surface	Stock de carbone TOTAL.	Stock de carbone dans le sol.	Stock de carbone sur et sous le sol. Tonnes C.ha-1
<b>Forêt tempérée</b>	<b>136,3</b>	63	73,3
<b>Forêt tropicale</b>	<b>247,7</b>	60	187,5
<b>Savane</b>	116,5	35	81,5
<b>Prairies</b>	69,3	63	6,3
<b>Culture</b>	51,9	46,9	5
<b>Canne à sucre</b>	85	60	25
<b>Culture pérenne (palmier à huile)</b>	110	60	50

Source : Référentiel ACV biocarburant, 2008, issu d'une synthèse des possibilités de calcul ICPP. ADEME, 2010. ACV biocarburants de première génération en France. p73.

Deux types de changement d'affectation des sols sont ordinairement considérés. Premièrement, le changement d'affectation des sols dit « direct », il correspond à la conversion d'une surface cultivée ou non, en une culture qui sera destinée à la production de biocarburants (pour ce cas de figure, les plus concernés sont l'Amérique Latine et l'Asie). Le second, est le changement d'affectation des sols dit « indirect ». Ce dernier, s'explique par le

fait que les cultures énergétiques pour la production de biocarburants, occupent un espace au détriment des cultures alimentaires. De ce fait, les agriculteurs doivent trouver d'autres espaces pour satisfaire la demande alimentaire.

Nous reprenons ici les travaux de l'ADEME réalisés en 2010. Afin d'analyser de la manière la plus distincte possible, les auteurs procèdent à l'élaboration de différents scénarios. Chaque scénario décrit une situation qui regroupe un certain nombre d'éléments sur la nature des terres transformées, et par là même les stocks de carbone contenus dans le sol, susceptible d'être rejeté lors de la mise en culture. Pour cette étude l'ADEME a élaboré plusieurs scénarios. Nous présentons ici un résumé simplifié, pour plus de détails se référer à l'annexe (Cf. annexe chapitre 4).

Présentation simplifiée des scénarios de l'ADEME (2010) :

- Scénario pour ordre de grandeur maximale : correspond aux cas de transformation de forêts primaires tropicales.
- Scénario intermédiaire : transformation de forêt dégradée par des cultures énergétiques destinées à la production de biocarburants.
- Scénario modéré : 50 % des matières premières utilisées pour la production de biocarburants sont le résultat de transformation d'anciennes forêts tropicales. Le reste (50 %) étant considéré comme le fruit d'accroissement des rendements agricoles de terres déjà cultivées.
- Scénario optimiste<sup>209</sup> : correspond à la situation où les émissions liées au changement d'affectation du sol sont quasiment nulles, voire négatives. Ce qui revient à imaginer que les cultures énergétiques soient établies sur des terres dégradés ou moins rentables.

Les scénarios « optimistes » et « modérés » sont considérés comme étant irréalistes.<sup>210</sup>

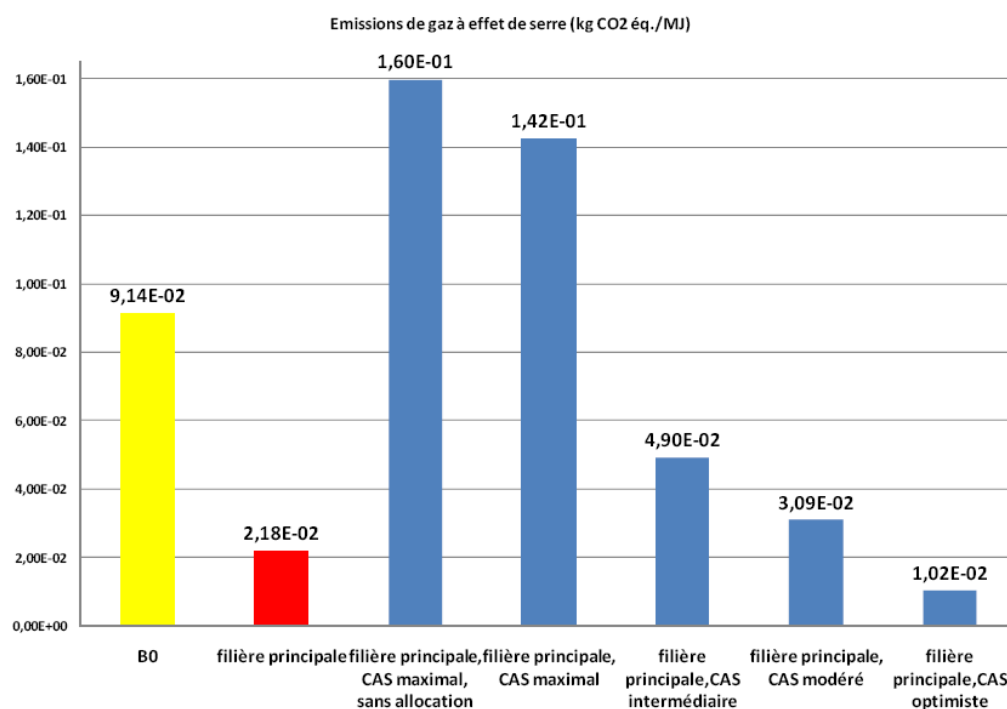
---

<sup>209</sup> On retrouve pour le changement d'affectation des sols indirect un scénario dit très optimiste qui ne concerne que les cultures de soja.

<sup>210</sup> ADEME (2010). Emissions des biocarburants, changement d'affectation des sols et protoxyde d'azote : Synthèse et discussion de résultats de l'étude « ACV appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France » (ADEME, 2010). Mise à jour 27-04-2010, p.2.

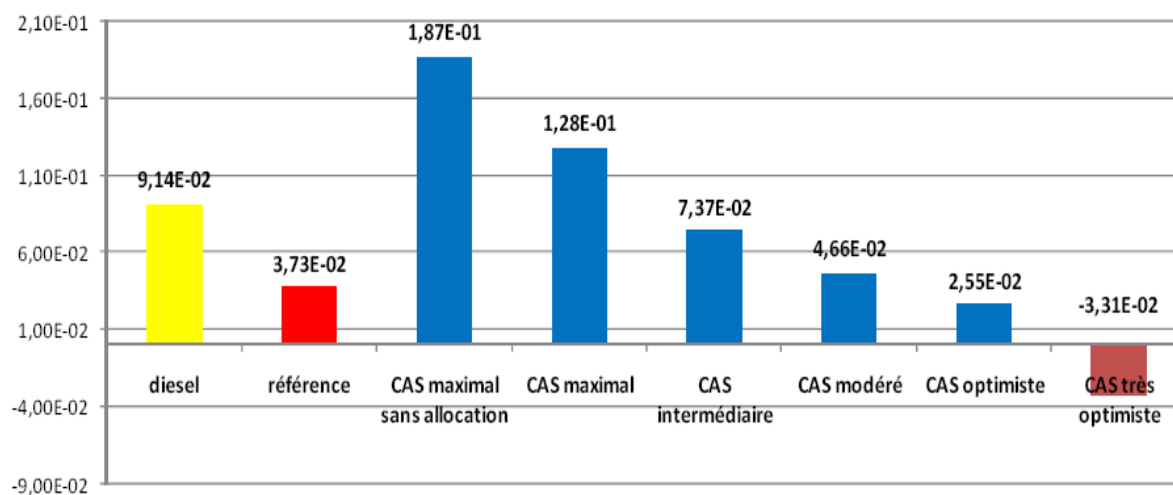


**Graphique 27: Impact potentiel du CAS direct pour l'EMHV de Palme.**



Source : ADEME 2010, AVC des biocarburants de première génération en France. p207.

**Graphique 28 : Changement indirect d'affectation des sols d'EMHV Colza.**



Source : ADEME 2010, AVC des biocarburants de première génération en France. p210.

Note : pour les éléments de compréhension de la présentation des résultats sur les graphiques (voir annexe chapitre 4).

D'une manière générale, les résultats obtenus concluent que la prise en considération des émissions de GES liées aux changements d'affectation des sols, nous mènent à reconsidérer les bénéfices environnementaux attribués aux biocarburants. Pour les deux cas présentés dans

les figures ci-dessus (Figure 9 et figure 10), seuls les scénarios « optimistes » permettent de réaliser moins d'émissions de GES que les biocarburants de référence.

Alors que les scénarios les plus optimistes sont considérés comme étant peu probables, seuls les scénarios modérés et intermédiaires sont envisageables en réalité. Bien que les résultats de ces derniers soient moins performants que la référence des biocarburants, néanmoins ils restent inférieurs aux émissions de leurs équivalents fossiles (Voir graphique 27 et Graphique 28).

De l'analyse des différents types de biocarburants étudiés dans ce rapport, seuls les biocarburants issus de canne à sucre et d'huile de palme permettent une réduction concrète des émissions de GES lorsqu'il s'agit des scénarios réalistes.

Par ailleurs, si les auteurs estiment que le scénario « maximal » n'est pas réaliste. Des cas de déforestation de forêts primaires pour la production de biocarburants ont déjà été signalés. C'est notamment le cas des forêts primaires d'Asie du Sud-est, qui font l'objet de vives critiques (ex : l'île de Bornéo et de Sumatra en Indonésie).

Enfin, quelle que soit la nature du changement d'affectation des sols (direct ou indirect), les auteurs de cette étude concluent « ...les gains calculés sans prendre en compte ces effets indirects pourraient être entièrement annulés si venait à se réaliser la situation la plus pessimiste d'un transfert de production au détriment total des terres en forêt primaire. Les scénarii plus médians laissent un intérêt aux filières esters, mais leurs gains en sont cependant fortement réduits. » (ADEME 2010)<sup>211</sup>. Néanmoins, les auteurs insistent sur le caractère estimatif de ces résultats basés sur des scénarios théoriques, ainsi la nécessité de travaux supplémentaires sur le phénomène de déforestation afin d'aboutir à des quantifications plus précises.

### **3 Autres impacts environnementaux : Impacts locaux et régionaux.**

Outre les émissions de GES, la production de biocarburants est source d'autres formes de nuisances environnementales. Contrairement aux émissions de gaz à effet de serre, les impacts environnementaux que nous allons voir, se caractérisent par la localisation de leurs préjudices. Certains, sont relatifs à la production de matières premières ou aux processus de transformation, et enfin à la consommation des biocarburants. Parce que la production de

---

<sup>211</sup> ADEME (2010). Effets des changements indirects. In : ACV des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération en France. ADEME, février 2010, page 210.

biocarburants s'internationalise, qu'il s'impose d'étudier les dommages environnementaux en prenant en considération leur caractère géographique (Tableau 35).

**Tableau 35 : Impacts environnementaux et facteurs de mesure.**

<b>Catégorie d'Impact</b>	<b>Echelle</b>	<b>Données</b>	<b>Facteurs de mesure</b>	<b>Description du facteur de mesure.</b>
<b>Effet de serre</b>	<i>Globale</i>	Rejet dans l'air de CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , CFCs, HCFCs, CH <sub>3</sub> Br.	Potentiel de réchauffement mesuré en CO <sub>2</sub> équivalent.	Impact mesuré en CO <sub>2</sub> équivalent à 50, 100 ou 500 ans.
<b>Déplétion de l'ozone stratosphérique</b>	<i>Globale</i>	Rejet dans l'air de CFCs, HCFCs, CH <sub>3</sub> Br, Halons.	Potentiel de déplétion d'ozone.	Impact mesuré en CFC-11 équivalent.
<b>Acidification</b>	<i>Régionale</i>	Rejet dans l'air de SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , HCL, HF, NF, NH <sub>3</sub> .	Potentiel d'acidification.	Impact mesuré en H <sup>+</sup> équivalent.
<b>Eutrophisation</b>	<i>Locale</i>	Rejet dans l'air de PO <sub>4</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , nitrates, NH <sub>3</sub> .	Potentiel d'eutrophisation.	Impact mesuré en PO <sub>4</sub> équivalent.
<b>Smog photochimique</b>	<i>Locale</i>	Rejet dans l'air de composé organiques non méthaniques.	Potentiel de création photochimique d'oxydant.	Impact mesuré en éthane équivalent.
<b>Déplétion des ressources naturelles</b>	<i>Globale/Régionale*</i>	Quantité de matière première utilisée.	Potentiel de déplétion des ressources.	

Source : Ballerini, D. (2006). Les biocarburants : état des lieux, perspectives et enjeux du développement. Paris : TECHNIP, 325 p.

\* La déplétion des ressources naturelles est considérée par l'auteur comme globale – on peut supposer du fait qu'elle implique l'ensemble de l'humanité – mais reste toutefois localisée et l'impact à court terme concerne les régions immédiates. C'est dans ce sens que nous avons ajouté la mention « régionale ».

### **3.1 Les impacts liés à la consommation des biocarburants.**

#### **3.1.1 Potentiel de toxicité.**

Les biocarburants font appel à différents intrants tout au long de leur processus de fabrication. Plusieurs de ces intrants comportent des substances considérées comme toxiques pour la santé humaine ou pour l'environnement (Tableau 36). L'évaluation de cet impact se fait en fonction du niveau d'exposition, des mélanges (effet cocktail), de la nature des matières premières, des procédés de fabrication...etc. La multiplicité des molécules et leur complexité d'évaluation font de cet impact le plus délicat à mesurer. Les auteurs du rapport de l'ADEME (2010) définissent l'impact de toxicité comme suit : « Cette catégorie d'impact couvre les effets des substances toxiques sur la santé humaine. Ces substances peuvent être présentes aussi bien dans l'environnement que sur un lieu de travail. L'éventail des molécules, de leurs voies

*d'action, des dommages causés, eux dépendant de l'exposition, des effets des expositions indirectes, des effets de cocktail, offre une telle complexité que cette catégorie d'impact est l'une des plus délicates à modéliser.»(ADEME 2010)<sup>212</sup>.*

Au-delà de ces difficultés d'évaluation, on peut considérer deux types d'impacts. Nous avons d'une part, les impacts liés aux intrants qu'on utilise tout au long du processus de production de biocarburants (engrais pour l'étape agricole, produits chimiques de l'étape industrielle...etc.). D'autre part, l'impact de toxicité lié aux émissions d'hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP)<sup>213</sup> émis de l'échappement du véhicule après la combustion. Ce dernier ne concerne que l'étape de consommation du biocarburant, contrairement au premier type d'impact qui ne concerne que les lieux de production (milieux naturels pour l'étape agricole ou les sites de transformation pour l'étape industrielle).

**Tableau 36 : Niveaux d'émissions en termes de potentiel de toxicité humaine par étape, pour les filières d'éthanol en France (ADEME 2010).**

	E 10 de Blé	E 10 de betterave	E10, ETBE de Blé
<b>Total</b>	% du total	%du total	%du total
<b>Phase agricole</b>	67 %	48%	68%
<b>Phase industrielle</b>	6%	10%	6%
<b>Phase transport</b>	2%	3%	2%
<b>Phase ETBE</b>	-	-	100%*
<b>Phase véhicule</b>	25%	39%	25%

Source : ADEME 2010. ACV biocarburants première génération en France. p173-174.

De la même manière que ce risque de toxicité concerne l'homme, il peut concerner aussi la faune et la flore, et entraîner la contamination des milieux naturels concernés par la production des biocarburants. Selon les résultats du rapport de l'ADEME (2010)<sup>214</sup>, l'utilisation des produits phytosanitaires par les filières d'éthanol les pénalise par rapport aux carburants fossiles. L'état actuel des connaissances ne nous permet pas de trancher. De

<sup>212</sup> ADEME (2010). Potentiel de toxicité humaine. In : ACV des biocarburants de première génération en France. p 23.

<sup>213</sup> Hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP): Désigne une série d'hydrocarbures dont les atomes de carbone sont disposés en anneaux fermés (benzénique) unis les uns aux autres sous forme de groupes (4 à 7 noyaux benzéniques). Plusieurs centaines de composés sont générés par la combustion des matières fossiles (notamment par les moteurs diesels) sous forme gazeuse ou particulaire. Le plus étudié est le benzo(a)pyrène. Le passage des hydrocarbures dans l'organisme humain s'effectue par inhalation, par ingestion, mais également par transfert au travers de la peau. [www.dictionnaire-environnement.com](http://www.dictionnaire-environnement.com)

<sup>214</sup> ADEME (2010). ACV des biocarburants de première génération en France. 7.1.3 Sur les émissions impactant l'indicateur potentiel de « toxicité humaine ». p 172.

nombreux rapports (ADEME 2010, CLIP<sup>215</sup> 2009, FAO 2008) insistent sur la nécessité de travaux supplémentaires pour mieux appréhender la toxicité de la filière.

### 3.1.2 Smog photochimique.

Le smog photochimique, aussi connu sous l'appellation « précurseur d'ozone » ou encore « formation de photo oxydants », se forme dans la troposphère. Il concerne les émissions de certains composés réactifs chimiques<sup>216</sup>. Les principaux polluants sont l'ozone O<sub>3</sub>, le nitrate de peroxyacétyle (ou PAN), les impacts causés par un certain nombre de ces polluants sont encore mal connus. Une forte concentration des polluants causent des effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine, particulièrement pour les personnes qui souffrent de problèmes respiratoires.

Concernant les biocarburants, ces particules sont émises lors de l'étape industrielle et lors de leur utilisation (rejet après combustion dans les moteurs). La synthèse de l'analyse de l'ADEME sur le photo-oxydant – indicateur de mesure du phénomène de Smog – conclue comme suit : « *Les esters détériorent légèrement l'indicateur potentiel de photo-oxydation sur le cycle de vie, alors que les éthanols présentent un bilan plus favorable que la référence fossile grâce à leur modification sur les émissions véhicule.* » (ADEME 2010)<sup>217</sup>. En effet, alors que l'étude conclut que le bilan global du biodiesel est semblable à son équivalent fossile, les résultats montrent que les rejets concernent essentiellement l'étape industrielle de cette filière. De l'autre côté, pour l'éthanol, l'étape de combustion dans le moteur (étape de consommation) est la plus polluante. Finalement, le smog photochimique concernera les producteurs de biodiesel et les consommateurs d'éthanol.

---

<sup>215</sup> Bonnet, J.F. et Lorne, D. (2009). Eau et biocarburants : Impact sur l'eau du développement des biocarburants en France à l'horizon 2030. Le club d'ingénierie prospective énergie et environnement (CLIP) N°19 Sept.2009. Disponible sur : [http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/content/download/69157/1492509/version/1/file/Cahier\\_du\\_CLIP\\_19\\_francais.pdf](http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/content/download/69157/1492509/version/1/file/Cahier_du_CLIP_19_francais.pdf)

<sup>216</sup> « Les photo-oxydants peuvent apparaître dans la troposphère sous l'action des ultraviolets, par oxydation photochimique des composés organiques volatils (COV), et de monoxyde de carbone CO, en présence d'oxydes d'azote (NOx) [...] la totalité des effets que peut potentiellement avoir ce type de polluants est relativement mal connue. » ADEME (2010) ACV des biocarburants de première génération en France. p.23

<sup>217</sup> ADEME (2010). Sur le potentiel d'émission de photo-oxydant. Synthèse sur cet impact. In : ACV des biocarburants de première génération en France. p188.

## 3.2 Les impacts liés à la production des biocarburants.

### 3.2.1 L'eutrophisation.

L'eutrophisation est la modification d'un milieu naturel (généralement milieu aquatique) par un apport excessif de substances nutritives (azote, carbone, phosphore), causée par l'utilisation des engrais pour l'agriculture ou encore des rejets industriels. Dans le cas des biocarburants, l'étape agricole nécessaire à la production de matière peut engendrer un déséquilibre des écosystèmes locaux du fait d'utilisation excessive des engrais. L'effet d'eutrophisation dépend donc du type de culture et des techniques utilisées. Simpson et al. (2009)<sup>218</sup> ont étudié les effets du changement d'affectation des sols dus aux biocarburants sur le cycle des nutriments (« *nutrient cycle* ») et la qualité des eaux. Cet examen démontre que l'augmentation de la superficie des cultures de maïs aux Etats-Unis et de la canne à sucre au Brésil (étude de cas de l'article) pour la production de biocarburants accentue la concentration de l'azote et du phosphore dans les eaux de surface ainsi que les eaux souterraines. Ces effets entraînent des répercussions sur l'équilibre des écosystèmes régionaux. C'est dans ce contexte qu'en 2008 le rapport de l'agence de protection d'environnement (EPA science Advisory Board (2008))<sup>219</sup> avait mis en cause l'augmentation des cultures de maïs pour l'éthanol, dans la détérioration des eaux du Golfe du Mexique.

L'évaluation de l'impact d'eutrophisation de la production de biocarburants n'a été prise en considération que dans les récentes études ACV. Le bilan d'eutrophisation de la production des biocarburants est négatif comparé à celui des carburants fossiles (PNUE (2009), ADEME (2010), Reinhardt et al. (2008)) (graphique 5). Néanmoins, il est important de noter que les indicateurs utilisés par les différentes études évaluent l'« *impact potentiel* », comme le faisait remarquer les auteurs du rapport de l'ADEME (2010) : « *il convient de garder à l'esprit que l'indicateur d'eutrophisation qui en découle est un indicateur d'impact potentiel. Il décrit les*

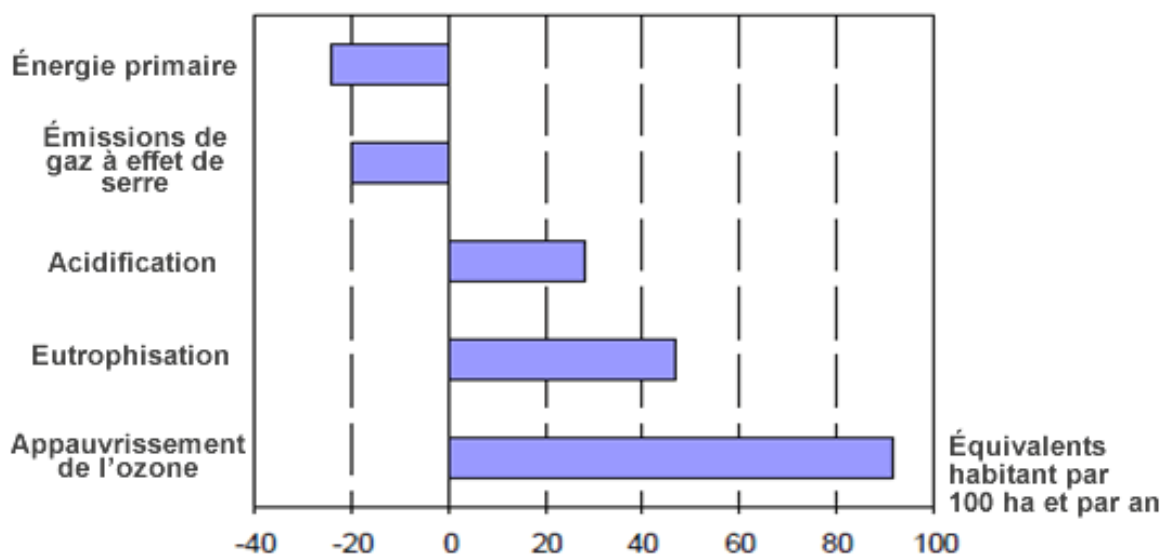
---

<sup>218</sup> Simpson, T.W., L.A. Martinelli, A.N. Sharpley, R.W. Howarth (2009) Impact of ethanol production on nutrient cycles and water quality: the United States and Brazil as case studies. Pages 153-167 dans R.W. Howarth et S. Bringezu (eds) Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use. Procès-verbal du Comité scientifique sur les problèmes d'environnement (SCOPE) Évaluation rapide du Projet international sur les biocarburants, 22-25 septembre 2008, Gummersbach (Allemagne). Cornell University, Ithaca NY (États-Unis). Disponible sur : <http://cip.cornell.edu/biofuels/>

<sup>219</sup> EPA/SAB (Environmental Protection Agency / Science Advisory Board) (2008) Hypoxia in the Northern Gulf of Mexico. An Update by the EPA Science Advisory Board. [http://yosemite.epa.gov/sab/sabproduct.nsf/C3D2F27094E03F90852573B800601D93/\\$File/EPA-SAB-08-003complete.unsigned.pdf](http://yosemite.epa.gov/sab/sabproduct.nsf/C3D2F27094E03F90852573B800601D93/$File/EPA-SAB-08-003complete.unsigned.pdf)

*constituants nécessaires mais pas suffisants menant à un impact environnemental étudié, par opposition à des indicateurs décrivant les dommages réels » (ADEME (2010))<sup>220</sup>.*

**Graphique 37 : Incidences environnementales du biodiesel issu du colza par rapport à son équivalent fossile le diesel.**



Source : Reinhardt et al. 2008.

Au final, les régions productrices de matières premières agricoles destinées à la production de biocarburants, subissent un préjudice environnemental du fait des pratiques agricoles actuelles.

### **3.2.2 L'épuisement des ressources naturelles : l'eau.**

Les deux principales ressources naturelles que la littérature considère comme étant impactées par la production de biocarburants sont : les terres agricoles et les ressources en eau. Pour la première ressource naturelle (terre agricole), nous avons déjà étudié l'aspect quantitatif de l'utilisation des terres agricoles pour la production des biocarburants dans le chapitre précédent (Cf. Chap. 3, les besoins agricoles pour la production des biocarburants). Les conséquences environnementales de l'utilisation des terres agricoles pour la production de biocarburants, sont fonction des différents impacts que nous inventorions dans ce chapitre (CAS, eutrophisation). Nous allons nous concentrer dans ce qui va suivre sur les besoins en eau de la production de biocarburants.

<sup>220</sup> ADEME (2010). Potentiel d'eutrophisation. In : ACV des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération en France. p22.

L'impact du développement des biocarburants sur les ressources hydriques n'est que très rarement pris en considération dans les études ACV destinées à l'évaluation des impacts environnementaux. Ce manque d'attention peut être expliqué par le fait que les études portent, généralement, sur des impacts comparables à ceux causés par leurs équivalents fossiles. Ces derniers n'impliquant pas de manière significative les ressources hydriques.

Les besoins en eau pour la production de biocarburant s'étalent sur plusieurs étapes de la production. En plus des besoins en eau de l'étape industrielle (refroidissement et besoin usagers du processus de production), l'essentiel de la consommation d'eau est imputée à l'étape agricole nécessaire à la production de matières premières.

Actuellement plus de 70 % des prélèvements mondiaux d'eau douce sont utilisées par l'agriculture (United Nations World Water Development, 2006)<sup>221</sup>. En 2008, De Fraiture, C., M. Giordano, et Y. Liao (2008)<sup>222</sup>, ont estimé que la production des biocarburants avait exigé près de 1 % (100 km<sup>3</sup>) de l'eau transpirée par les cultures au niveau mondial. Ce pourcentage s'élève à 2 % (44 km<sup>3</sup>) lorsqu'on évalue la consommation d'eau des cultures irriguées. La quantité d'eau utilisée pour les cultures destinées à la production de biocarburants en 2007, équivaut à 6 fois la quantité mondiale d'eau potable consommée la même année (Howarth et al. (2009))<sup>223</sup>.

Les cultures généralement utilisées pour la production de biocarburants (Maïs, canne à sucre...etc.) nécessitent d'importantes quantités d'eau pour atteindre des niveaux de rendements économiquement viables (Tableau 38). Par conséquent, lorsqu'il s'agit de cultures pluviales, comme c'est le cas au Brésil (76 % de la canne à sucre sans irrigation) ou aux Etats-Unis (70% du Maïs produit sans irrigation), les quantités d'eau se trouvant en milieux naturels restent épargnées (FAO 2008).

Dans le cas de cultures irriguées, les prélèvements en eau dans les milieux naturels nécessaires à la production de matières premières agricole peuvent entraîner des déséquilibres des écosystèmes locaux (ou régionaux).

---

<sup>221</sup> The United Nations World Water Development Report 2 (2006). Water – A Shared Responsibility. UNESCO Publishing/Berghahn Books, 2006.

<sup>222</sup> De Fraiture, C., Giordano, M. et Liao, Y. (2008). Biofuels and implications for agricultural water uses: blue impacts of green energy. Water Policy, Vol.10 (S1), pp. 67–81.

<sup>223</sup> Howarth, R.W., S. Bringezu, L.A. Martinelli, R. Santoro, D. Messem, O.E. Sala (2009). Introduction: biofuels and the environment in the 21st century. Pages 15- 36 in R.W. Howarth and S. Bringezu (eds.) Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use. Procès-verbal du Comité scientifique sur les problèmes d'environnement (SCOPE) Évaluation rapide du Projet international sur les biocarburants, 22-25 septembre 2008, Gummersbach (Allemagne). Cornell University, Ithaca NY (États-Unis). Disponible sur : <http://cip.cornell.edu/biofuels/>



**Tableau 38 : Les besoins en eau des cultures énergétiques.**

Matière première	Rendement annuel possible en carburant (litres/ha)	Rendement énergétique (GJ/ha)	Equivalent de l'évapotranspiration (litres/litres de carburant)	Evapotranspiration potentielle de la culture (mm/ha)	Evapotranspiration des cultures pluviales (mm/ha)	Besoins en eau des cultures irriguées (mm/ha)*	(litres/litre de carburant)
<b>Canne à sucre</b>	6 000	120	200	1 400	1 000	800	1 333
<b>Maïs</b>	3 500	70	1 357	550	400	300	857
<b>Palmier à l'huile</b>	5 500	193	2 364	1 500	1 300	0	0
<b>Colza</b>	1 200	42	3 333	500	400	0	0

\*une efficacité de 50 pour cent étant supposée.

Source : FAO (2008). Biocarburants : perspectives, risques et opportunité.

Les exigences en eau nécessaires à la production de biocarburants sont faibles, comparés aux besoins de la production agricole alimentaire mondiale (seul 1 % en 2007). Cependant il faut prendre en considération deux paramètres. D'une part, le niveau de production des biocarburants est en constante augmentation, progressé d'environ 43,65 %<sup>224</sup> entre 2007 et 2010. Les besoins en eau nécessaires à la production de biocarburants évoluent en conséquence et devraient continuer à croître dans les prochaines années.

D'autre part, ces exigences en eau, interviennent dans un contexte de stress hydrique. En effet, outre la croissance de la demande en eau domestique et industrielle – dus à l'évolution démographique ; les effets du réchauffement climatique se traduisent déjà dans certaines régions du monde par une réduction des précipitations causant ainsi la baisse des niveaux des cours d'eau.

Plusieurs institutions internationales (GIEC, EG, 2007) mettent en garde contre une crise d'eau, l'utilisation des ressources hydriques pour la production de biocarburants peut accroître cette tension.

Par ailleurs, en plus des conséquences quantitatives, la production de biocarburants peut avoir des conséquences qualitatives sur les ressources hydriques. Comme nous l'avons vu dans les paragraphes précédents, l'utilisation des engrais chimiques dans les cultures énergétiques peut contaminer les eaux de surface (rivières, ruisseaux...etc.) ou les nappes phréatiques. L'essentiel de ces impacts se résume aux effets liés à l'eutrophisation.

<sup>224</sup> Base de données FAO 2011 : La production mondiale de biocarburants est passée de 83 009,3731 (millions de litres) en 2007 à 119248,883 (millions de litres) en 2010.

#### 4 Limites des résultats d'analyse des impacts environnementaux des biocarburants :

Malgré la normalisation internationale (ISO 14040-43) à laquelle obéit une grande partie des études visant à l'évaluation des impacts environnementaux des biocarburants, les études comparatives montrent que des divergences des résultats sont encore constatées (Menichetti, E. Otto, M. (2008)<sup>225</sup> ; Gnanousou et al., (2009)<sup>226</sup> ; ADEME, (2010))

##### 4.1 Incertitude sur les émissions de N<sub>2</sub>O.

En procédant à une analyse comparative des hypothèses de base, des études d'impacts environnementaux des biocarburants, Menichetti, E. Otto, M. (2008), soulèvent plusieurs points de divergences (Tableau39). Les deux principaux facteurs où les divergences sont les plus marquées sont : l'évaluation des émissions de N<sub>2</sub>O de la phase agricole et l'allocation des coproduits générés par la production des biocarburants lors de la phase de conversion.

Du fait de l'absence de consensus de la communauté scientifique sur les émissions de N<sub>2</sub>O pour la phase agricole, il est régulièrement fait état de réserves sur les résultats des émissions de N<sub>2</sub>O (Tableau39). Ces derniers sont d'autant plus importants à prendre en considération, qu'une émission d'un kilo de N<sub>2</sub>O équivaut à 298 kg d'émission de CO<sub>2</sub> sur une période de cent ans (Solomon, S. et al. (2007))<sup>227</sup>. Aussi, par précaution, de nombreuses études se fondent sur la méthode d'évaluation du GIEC (2006)<sup>228</sup>. Selon les travaux réalisés par Crutzen et al. en 2008, l'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O liées à l'utilisation d'engrais, est de 3 à 5<sup>229</sup> fois plus importante en moyenne, comparée à l'estimation faite par le GIEC (2006). Une partie des variations des résultats relevées par les études comparatives s'explique par les divergences des estimations des rejets d'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O).

---

<sup>225</sup> Menichetti, E. Otto, M. (2008). Existing knowledge and limits of scientific assessment of the sustainability impacts due to biofuels by LCA methodology. Rapport final.

<sup>226</sup> Gnanousou, E. et al. (2009). Life cycle assessment of biofuels: energy and greenhouse gas balances, *Bioresource Technology* 100 (2009), pp. 4919-4930.

<sup>227</sup> Solomon, S., et al. (2007). Technical Summary. In : *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, N.Y (États-Unis).

<sup>228</sup> GIEC (2006). Émissions de N<sub>2</sub>O des sols gérés et émissions de CO<sub>2</sub> dues au chaulage et à l'application d'urée. In : *Lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC, Vol.4 Chap. 11. 2006. Disponible sur : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/vol4.html>

<sup>229</sup> Crutzen et al. (2008), évaluent une moyenne de 3 % à 5 % des émissions globale de N<sub>2</sub>O dans l'atmosphère qui sont liées à l'utilisation d'engrais, alors que le GIEC (2006) ne l'évalue qu'à 1 %.

**Tableau 39 : Convergences et divergences des hypothèses de bases des études d'impacts environnementaux des biocarburants (Menichetti, E. Otto, M. (2008)).**

	Phase agricole			Phase de conversion		
<b>Scénario de référence de l'utilisation des sols</b>	Rendement des cultures	Quantité d'engrais	Bilan azoté	Allocation	Combustible énergétique utilisé	Allocation des coproduits
<b>Hypothèses de base assez cohérentes.</b>	Hypothèses de base assez cohérentes.	Divergences observées dans les résultats : influant sur ceux-ci dans une certaine mesure.	Très fortes incohérences : affectant sensiblement les résultats.	Divergences observées dans les résultats : influant sur ceux-ci dans une certaine mesure.	Hypothèses de base assez cohérentes.	Très fortes incohérences : affectant sensiblement les résultats.

Source: UNEP (2009). Methodological constraints influencing results; Table 4.1 Identification of the main areas of convergence and divergences in the background assumption, for selected number of studies. In: Sustainable production and use for resources: Assessing Biofuels, p. 59.

De nombreuses études et rapports (Menichetti, E. Otto, M. (2008) ; Gnanousou, E. et al. (2009) ; ADEME (2010) ; CONCAWE-EUCAR-CCR (2008)) mettent l'accent sur la nécessité de travaux scientifiques supplémentaires pour une meilleure appréciation de certains impacts environnementaux (facteurs de toxicité humains, de potentiel d'eutrophisation ...etc.) notamment des rejets du N<sub>2</sub>O.

Outre les divergences dues aux émissions de dioxyde nitreux (N<sub>2</sub>O), les choix méthodologiques (hypothèses de base, allocation, répartition des impacts...etc.) affectent considérablement les résultats des études (Menichetti, E. Otto, M. (2008)).

#### **4.2 Critique des biais méthodologiques des Analyses de Cycle de Vie des biocarburants (Gnanousou, E. et al. (2009)).**

Après avoir effectué une critique constructive de comparaison des différentes études ACV de biocarburants, Gnanousou, E. et al. (2009) ont procédé à une étude de cas de l'éthanol ex blé dans le contexte suisse afin de quantifier les effets des choix méthodologiques sur les résultats des émissions de GES. Les auteurs démontrent une forte sensibilité des résultats des émissions de GES aux facteurs suivants :

- **La méthode utilisée pour répartir les impacts entre les coproduits.**

Les travaux de Gnanousou, E. et al. (2009) démontrent une importante sensibilité des résultats aux méthodes de répartition des coproduits. Ainsi, les résultats prouvent que l'utilisation des coproduits comme combustibles (pour la production de chaleur et d'énergie) permet d'obtenir un meilleur bilan d'émission de GES que leur utilisation pour l'alimentation animale. Dans le cas de l'éthanol étudié, les émissions de GES vont de 0,016 Kg CO<sub>2</sub>eq/km (cas de l'utilisation de paille comme combustible) à 0,151 Kg CO<sub>2</sub>eq/km (cas de l'utilisation de la paille pour l'alimentation animale), ce qui représente une réduction de GES de 107 % à 36 % respectivement par rapport aux carburants de référence fossiles.

- **Le changement d'affectation des sols.**

En fonction de la nature des sols considérée, les résultats des émissions de GES des biocarburants varient. Les émissions peuvent passer de 0,047 kg CO<sub>2</sub>eq/km (cas des prairies fortement dégradées) à 0,249 kg CO<sub>2</sub>eq/km (cas de terres boisées). Ce point est abordé plus en détail dans la partie changement d'affectation des sols. (Cf. Chap. 4, Changement d'affectation des sols).

- **Le niveau d'incorporation des biocarburants, et la performance énergétique des véhicules :**

Gnansounou, E. et al. démontrent également que les résultats des études ACV peuvent être biaisés par les niveaux d'incorporation des biocarburants<sup>230</sup>, et par la performance énergétique des véhicules utilisés pour les essais. Selon les hypothèses établies sur les niveaux des mélanges des biocarburants et des performances énergétiques des véhicules utilisés, le facteur de variation des résultats des émissions de GES enregistré par les auteurs peut atteindre 2,2.

Par ailleurs, d'autres critiques ont été formulées concernant les méthodes d'allocation choisies lors de l'évaluation des impacts environnementaux des biocarburants.

Somme toute, l'utilisation des biocarburants ne permet pas systématiquement de réduire les émissions de GES. En plus, des émissions liées aux changements d'affectation des sols, de

---

<sup>230</sup> Le niveau de biocarburant mélangé au carburant fossile dans le réservoir.

nombreuses incertitudes demeurent quant aux rejets du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Par ailleurs, la production de biocarburants cause d'autres dommages environnementaux : utilisation des terres agricoles, des ressources hydriques, émission de particules toxiques...etc. Aussi, ces impacts se scindent en deux catégories : une première catégorie qui ne concerne que les régions de production des biocarburants (eutrophisation, ressources hydriques) ; la seconde catégorie ne touche que l'étape de consommation (toxicité, smog). Nous allons voir dans ce qui va suivre, l'articulation économique de ces impacts.

## **5 Evaluation économique des impacts environnementaux :**

L'attribution d'une valeur économique par la conception d'une unité de compte fiable, est un des plus épineux problèmes que rencontrent les sciences économiques. D'autant plus que son utilité est grandement sollicitée par l'économie politique, notamment pour aider aux décisions des politiques publiques de gestion de l'environnement.

### **5.1 L'évaluation économique de l'environnement.**

Depuis les années 1970, plusieurs travaux se sont succédé pour répondre à cette problématique. L'attribution d'une « valeur » économique ou monétaire d'un bien environnemental s'est vu confronter à plusieurs difficultés. Tout d'abord il existe un problème d'éthique à la monétarisation de l'environnement. Alors que la valeur de l'environnement est considérée comme une fin en soi, l'attribution d'une valeur économique transforme l'environnement en un moyen pour d'autres fins. Aussi, comme nous l'avons déjà vu précédemment (impacts environnementaux des biocarburants), il existe des lacunes informationnelles des impacts environnementaux. La complexité des impacts environnementaux – connaissances scientifiques encore insuffisantes – entrave l'avancement des travaux de l'économie de l'environnement. Enfin, l'analyse économique ne fournit, pour le moment, que des réponses partielles ou imparfaites aux questions que pose l'évaluation économique des biens environnementaux (Abdelmalki, L. et Mundler, P. (2010))<sup>231</sup>. En effet, de nombreuses critiques ont été formulées à l'encontre des initiatives<sup>232</sup> d'attribution de

---

<sup>231</sup> Abdelmalki, L. et Mundler, P. (2010). Economie de l'environnement et du développement durable. De Boeck. 2010. p 42.

<sup>232</sup>En effet, on retrouve dans la littérature économique principalement deux approches pour l'évaluation monétaire des biens environnementaux. La première se base sur l'observation et l'étude des dépenses consenties. Les méthodes qu'on trouve dans cette catégorie permettent d'exposer les comportements des agents face à un bien environnemental. La seconde approche, plus fréquemment utilisée, consiste à faire une évaluation à partir des consentements à payer ou à recevoir (ou méthode d'analyse contingente). Ainsi, on

valeur économique aux biens environnementaux. Les plus récurrentes portent sur le manque de pertinence méthodologique, les biais, et les difficultés posées par l'horizon temporel retenu pour l'évaluation. Ces défaillances sont imputées principalement à la complexité caractéristique du bien environnemental.

C'est face à ces lacunes, que l'économie politique s'est vue parfois contrainte d'abandonner l'évaluation monétaire des biens environnementaux, et se tourner vers des méthodes d'évaluation physiques pour prendre des décisions. Ces méthodes expriment les flux physiques dans leur unité d'origine, ou peuvent faire appel à des unités équivalentes<sup>233</sup>. En plus de permettre de contourner certains biais, qu'on aurait eus avec l'étalon monétaire, cette démarche permet de couvrir l'ensemble des dimensions de la valeur (y compris celles qu'on ne peut monétiser). L'analyse de cycle de vie est considérée comme l'outil d'évaluation multicritères des impacts environnementaux le plus performant.

Quant à l'évaluation économique des aspects environnementaux des biocarburants. Nous verrons tout d'abord l'évaluation économique des gaz à effet de serre, et les différents instruments actuellement disponibles qui permettent d'apporter une réponse. Nous verrons ensuite, les difficultés que pose l'évaluation économique des impacts sur la biodiversité qu'entraîne la production de biocarburants.

### **5.1.1 Valorisation économique des émissions de GES.**

L'utilisation des biocarburants permettrait, dans certaines conditions, de réduire les émissions de GES comparé à leurs équivalents fossiles. À ce titre, on retiendra la mise en œuvre de l'évaluation monétaire des émissions de dioxyde de carbone<sup>234</sup>.

Un des moyens de faire valoir les émissions de GES évitées grâce aux biocarburants, est le passage par les « marchés carbone » (ou système d'échange de quotas d'émissions de gaz à effet de serre). En effet, plusieurs de ces marchés ont vu le jour depuis l'engagement de la communauté internationale dans la lutte contre le réchauffement climatique. Au-delà des difficultés que rencontre ce type de marché – causé par leur manque de maturité – on recense deux catégories de marché fonctionnelles :

---

demande directement aux agents le montant qu'ils seront prêts à verser ou à recevoir pour le maintien ou la destruction d'un bien environnemental.

<sup>233</sup> Par exemple en termes de Pouvoir de Réchauffement Global (PRG), on exprime les impacts d'émissions des gaz à effet de serre en CO<sub>2</sub> équivalent. Ainsi on sait que 1kg de N<sub>2</sub>O équivaut à 298 kg CO<sub>2</sub> en termes d'effet sur le climat.

<sup>234</sup> L'ensemble des émissions de GES sont exprimés en CO<sub>2</sub>.

- Nous avons d'une part, des « marchés carbone obligatoires » prévu dans le protocole de Kyoto par la Convention-cadre des Nations-Unies sur le changement climatique (CCNUCC) où l'unité échangée est le CER (certified emission reduction). Les deux principaux marchés de cette catégorie sont : le marché international d'échange de crédits carbone, et le système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE). Ce dernier étant le fruit de l'engagement de la communauté européenne dans la lutte contre le réchauffement climatique ; il est le plus important système d'échanges de crédits d'émissions de GES au monde. Ce type de marché consent aux parties ayant pris des engagements<sup>235</sup> d'échanger des quotas d'émissions au niveau mondial, notamment grâce aux trois mécanismes prévus par le protocole de Kyoto<sup>236</sup>.
- Parallèlement au mécanisme instauré par le protocole de Kyoto, il existe une seconde catégorie de marchés appelée : « marché d'échange volontaire » ou « marché volontaire ». Ces marchés, dont le mécanisme est similaire aux autres marchés obligatoires, ne sont pas régis par la réglementation internationale (protocole Kyoto). Basées sur une démarche volontaire, les unités échangées sur ces marchés (Voluntary Emission Reduction) répondent à des standards élaborés par les autorités du marché (ex : Voluntary Gold Standard ou Voluntary Carbon Standard) afin d'assurer une réduction effective des émissions de GES.

Concrètement, pour un projet de développement de biocarburants cela se traduit comme suit :

Le porteur d'un projet d'unité de production de biocarburant se doit d'acquérir des crédits carbones certifiés (voir encadré 1) – que ce soit CER pour les marchés carbone obligatoires ou VER pour les marchés volontaires – attestant de la réduction des émissions de GES du projet présenté. On notera que cette démarche permet d'écarter les biocarburants « polluants ». Une fois les crédits carbone accordés, le porteur de projet voit son compte créditer d'un nombre d'unités relatif aux émissions évitées par le projet. Désormais, ces « crédits carbone » sont commercialisables sur le marché, offrant une source additionnelle de revenus pour le projet. C'est de cette manière que les émissions de GES évitées acquerront une valeur économique.

---

<sup>235</sup> Que ce soit l'engagement des pays qui ont ratifié le protocole de Kyoto, ou bien les entreprises européennes (du secteur de l'industrie ou de l'énergie) concernées par ce type de mécanisme.

<sup>236</sup> Il existe trois mécanismes : Système international d'échange (SIE), mis en œuvre conjointe (MOC) et le mécanisme de développement propre (MDP).

### **Encadré 1.**

#### **Attribution des crédits carbone :**

Dans le cadre des « marchés carbone » il s'agira des crédits CER (certified emission reduction). Ces crédits se rapportent aux mécanismes mis en place par le protocole de Kyoto, le plus connu étant le mécanisme de développement propre (MDP) qui concerne directement les pays en développement. Les CER sont attribués par les Nations Unies à la suite des démarches suivantes :<sup>1</sup>

- Le porteur de projet doit utiliser une méthode homologuée par les Nations Unies pour évaluer les réductions des émissions du projet.
- Vérification des données par un consultant homologué par les Nations Unies. Une fois validée, cette opération donnera lieu à un rapport de validation.
- Le projet doit être enregistré auprès des Nations Unies.
- Une fois enregistré le porteur de projet doit faire vérifier la réalité de réduction des émissions de GES généré par le projet par un consultant homologué par le NU.
- Sur la base de cette dernière étape que les crédits sont accordés.

Les crédits CER sont les seuls utilisables par les acteurs des marchés carbone ayant des obligations réglementaires relatives aux émissions de GES (pays signataires du protocole de Kyoto ou acteurs privés soumis au système communautaire d'échange de quotas d'émissions (SCEQE)).

Les crédits VER (verified or voluntary emission reduction) sont considérés comme étant non-officiels puisqu'ils ne sont pas délivrés par les Nations Unies. Ils sont échangés sur les marchés d'échange volontaire. L'attribution des VER requiert les mêmes démarches techniques pour prouver les réductions des émissions du projet. Un porteur de projet peut juger que le processus onusien est trop long et préférer commercialiser ses crédits sur le marché volontaire: les crédits seront alors achetés par des acteurs qui n'ont pas d'obligation, mais achètent des crédits-carbone pour leur politique de responsabilité sociale et environnementale.

Il existe de nombreux standards utilisés sur le marché volontaire, les plus connus et utilisés étant le VSC (Verified Carbon Standard) et le Gold Standard.

Il est à noter par ailleurs que la valeur marchande des VER reste bien moins élevée que pour les CER.

1. source : <http://www.climatmundi.fr>

Par ailleurs, il est important de comparer ces valeurs de marché carbone aux coûts de revient de la tonne de carbone évitée grâce à l'utilisation actuelle des biocarburants. Ainsi, au niveau national (ou communautaire), la valorisation des bénéfices environnementaux des biocarburants peut être estimée par le coût des politiques de soutien qui leur sont dédiées. Propres à chaque gouvernement, ces politiques se déploient sous plusieurs formes : subventions à la production de matières premières, aides à l'investissement des bioraffineries, avantages fiscaux...etc. (Voir chap. 2 : Les politiques de soutien aux biocarburants).

Cette approche consisterait donc à faire le rapport entre le coût total de ces politiques de soutien, et les émissions de GES supposées évitées grâce à l'utilisation de biocarburants. On obtiendra alors une valeur monétaire de la tonne de CO<sup>2</sup> (ou de GES équivalent en CO<sup>2</sup>) évitée grâce aux biocarburants. Ainsi en 2012, le rapport de l'Union Européenne (EU



Transport GHG : routes to 2050)<sup>237</sup> estimait que le coût de réduction d'une tonne de carbone obtenu grâce aux biocarburants consommés en Europe oscillerait entre 100 euros et 300 euros. Au moment où la tonne de carbone s'échangeait aux environs de 7 euros sur le marché ouvert<sup>238</sup>. Néanmoins, il serait plus probe d'ajouter qu'outre les motivations environnementales des biocarburants, ces politiques de soutien visent aussi d'autres objectifs (agricole et indépendance énergétique). De ce fait, ne peut pas attribuer l'ensemble des coûts aux seuls bénéfices environnementaux. Biaisant ainsi la valeur réelle qu'on pourrait attribuer aux économies d'émissions de GES. Cependant, même en prenant en considération cette multiplicité d'objectifs, il semble que le coût de revient de la tonne de CO<sup>2</sup> évitée par les biocarburants, est bien plus onéreux que le prix de la tonne sur les marchés carbone.

### 5.1.2 Valorisation de la biodiversité.

Grâce aux mécanismes décrits ci-dessus la question de monétisation des émissions de GES a été « résolue » dans l'actuel système économique. Reste la question de l'évaluation des autres impacts environnementaux, comme l'eutrophisation ou encore la déplétion des ressources naturelles. La mesure de la valeur économique de la biodiversité est bien plus complexe comparée à celle des émissions de GES qu'on a vues précédemment. Au-delà du fait qu'il n'existe pas d'unité de mesure discernable – comme l'est le CO<sub>2</sub> pour les émissions de GES – le caractère spatial rend encore plus difficile l'établissement d'une valeur de référence qui soit identique pour toutes les régions du monde (Cf. Considération des impacts environnementaux géographique des biocarburants).

De nombreux travaux ont été entrepris pour faire l'évaluation économique des biens et services fournis par la biodiversité. Les résultats sont très souvent annoncés avec beaucoup de réserves. Les auteurs du rapport réalisé en 2009 par le Centre d'analyse stratégique, concluaient « *la difficulté d'approcher, même de manière approximative, la valeur de la biodiversité remarquable, qui nous conduit à recommander de n'utiliser dans ce cas l'approche économique que de manière très subsidiaire* » (Chevassus-au-Louis, B. 2009)<sup>239</sup>.

---

<sup>237</sup> Hill, N., Brannigan, C.; Smokers, R.; Schroten, A., van Essen, H., and Skinner, I. (2012). Developing a better understanding of the secondary impacts and key sensitivities for the decarbonisation of the EU's transport sector by 2050. Final project report produced as part of a contract between European Commission Directorate-General Climate Action and AEA Technology plc. Disponible sur : [www.eutransportghg2050.eu](http://www.eutransportghg2050.eu)

<sup>238</sup> EURACTIV. La durabilité des biocarburants remise en question par un rapport. Disponible sur : <http://www.euractiv.fr/durabilite-biocarburants-remise-question-rapport-article>. (le 11 Avril 2012).

<sup>239</sup> Chevassus-au-Louis, B., Salles, J-M. et Pujol, J-L. (2009). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Centre d'analyse stratégique, avril 2009. p 351. Disponible sur : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/094000203/index.shtml>

Actuellement, l'analyse économique ne dispose pas d'outils suffisamment affinés pour aboutir à faire une évaluation universelle de la valeur économique de ces ressources. L'alternative que proposent les méthodes d'évaluation physiques (ex : ACV) reste les plus appropriées actuellement pour aider aux décisions en ce domaine.

Au même titre que l'agriculture, l'impact des biocarburants sur l'équilibre de la biodiversité dépend essentiellement du type de cultures dont ils sont produits.

Les mécanismes nécessaires pour l'obtention des « crédits carbone » permettent, dans une certaine mesure, de tenir compte de l'impact sur la biodiversité. Puisqu'on sait que la réduction des émissions de GES ne peut être effective que si la production de biocarburants implique des terres à fort capital écologique (Cf. émissions de GES causées par les changements d'affectation des sols CAS) ; par conséquent, seules les cultures à faible impact environnemental (donc sur la biodiversité) peuvent ouvrir droit à des « crédits carbone ». De la même manière, la Directive européenne de 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (2009/28/CE) exclut d'aides financières tous « *les biocarburants produits à partir de matières premières provenant de grande valeur en termes de diversité biologique* » (Directive 2008/28/CE)<sup>240</sup>. Le caractère « hors marché » de la biodiversité explique cette valorisation économique contournée.

Au final, si on devait faire une évaluation économique des impacts sur la biodiversité des biocarburants ; cette évaluation se ferait au « cas par cas » par des experts qui vont évaluer le préjudice porté sur chaque région. Il est donc impossible d'établir une valeur unique applicable à l'ensemble des sites impactés dans le monde.

## **5.2 La considération des impacts environnementaux géographiques des biocarburants : cas de biocarburants importés.**

La dimension spatiale des impacts environnementaux des biocarburants est d'autant plus importante à soulever, que le développement des biocarburants se fait déjà grâce à des échanges commerciaux internationaux. Une tendance qui sera amenée à se confirmer au courant de la prochaine décennie (Cf. Chap.1, évolution de la production de biocarburants dans le monde ; commerce des biocarburants.).

---

<sup>240</sup> Article 17 : Critères de durabilité pour les biocarburants et les bio-liquides. Paragraphe 3. De la Directive 2009/28/CE.

De tous les impacts environnementaux que nous avons étudiés précédemment, on retient pour ce dernier paragraphe le caractère géographique des impacts. Ainsi, on les scinde en deux catégories :

Nous avons d'une part, des impacts globaux dont les effets ne se limitent pas qu'aux régions où les biocarburants ont été produits ou encore consommés. C'est le cas des émissions de gaz à effet de serre, de gaz à effet de déplétion de l'ozone stratosphérique ou encore la détérioration des ressources naturelles<sup>241</sup>. Ces effets ont un impact mondial, ainsi les bénéfices et les pertes sont partagés par tous les acteurs mondiaux (y compris les acteurs ne participant pas à la production ou à la consommation des biocarburants).

D'autre part, nous avons les impacts locaux et régionaux, dont les conséquences ne concernent que les lieux de production et/ou de consommation des biocarburants. Aussi, les conséquences environnementales attribuées à l'eutrophisation ou à l'érosion des sols causées par la production de biocarburants n'affecteront que les régions concernées par la production. De la même manière on peut citer les impacts relatifs à la consommation de biocarburants, comme les émissions des particules photochimiques d'oxydant (Smog d'été) ou de HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique (effet de toxicité humaine)).

Alors que « le préjudice environnemental » causé par les impacts globaux est partagé par tous les acteurs<sup>242</sup> – dans le sens où les émissions de GES, par exemple, ont un effet planétaire – celui causé par les impacts locaux et régionaux ne l'est pas, puisque les conséquences de ces derniers sont attachées à une zone géographique limitée.

De la sorte, les impacts environnementaux globaux permettent aux projets de développement de biocarburants des pays en voie de développement, de bénéficier des opportunités offertes par le Mécanisme de Développement Propre (MDP). Ce mécanisme permet à ces mêmes pays de faire valoir les bénéfices environnementaux en termes de réduction de GES sur le marché émergent des crédits carbone (Voir plus haut économique des émissions de GES). Plusieurs projets de biocarburants ont été réalisés ou sont en cours de réalisation grâce à ces mécanismes.

---

<sup>241</sup> Dans une certaine mesure, si on prend l'exemple de l'utilisation des terres agricole, la considération du phénomène de changement d'affectation des sols (direct ou indirect) conduit à globaliser l'impact. Le manque de terres agricoles dans une région donnée, peut se répercuter sur d'autres régions du monde.

<sup>242</sup> On notera qu'ici les effets globaux sont aussi partagés par des acteurs économiques qui ne prennent pas part à l'opération économique (production/consommation des biocarburants).

Tandis que les impacts globaux profitent aux pays en développement par un système de compensation des dommages causés (ex : MDP), les impacts locaux et régionaux leur sont moins profitables. Actuellement, il n'existe pas de mécanisme international (équivalent au MDP) pour les impacts régionaux et locaux. Néanmoins, des initiatives peuvent être prises d'une manière unilatérale pour contenir ces impacts. C'est notamment le cas de la Directive<sup>243</sup> européenne de 2009 (Cf. Chap. 2, les politiques de soutien aux biocarburants dans l'Union européenne). Grâce à l'élargissement des critères d'évaluation aux conditions de production des biocarburants importés<sup>244</sup>, la Directive européenne a introduit dans son bilan, les impacts locaux et régionaux causés par la production des biocarburants dans les pays en développement.

## CONCLUSION

Par leurs natures énergétique et agricole les biocarburants doivent se soumettre à deux types d'analyses environnementales. D'abord, le fait qu'ils soient substituables aux carburants fossiles, leur vaut un bilan environnemental où l'analyse porte sur les émissions de gaz à effet de serre. Les travaux réalisés jusqu'à présent, démontrent que l'utilisation des biocarburants permet de réduire – dans la quasi-totalité des cas – les émissions de GES. Cette conclusion est vérifiée lorsque des émissions liées aux changements d'affectation des sols ne sont pas prises en considération.

Ensuite, un second examen environnemental plus large s'impose. La phase agricole nécessaire à la production des matières premières occasionne des préjudices environnementaux qui ne sont pas comparables à ceux de la phase de production de leurs équivalents fossiles. Pourtant, ces impacts doivent être pris en considération. Les résultats des études réalisées jusqu'alors n'ont pas abouti à des conclusions définitives ; néanmoins, ils remettent en question l'acquis écologique dont bénéficiaient les biocarburants grâce au premier bilan. Comme nous l'avons vu tout au long de ce chapitre, cette phase agricole engendre plusieurs effets négatifs sur l'environnement (épuisement des ressources naturelles, pollution des milieux...etc.).

---

<sup>243</sup> Directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables.

<sup>244</sup> Il s'agit ici de l'article de 17 paragraphes 3 et 4, où la directive exclue l'intégration dans les objectifs des biocarburants dont les matières premières ont eu un impact sur l'environnement (zones forestières, humides, biodiversité...etc.).

L'analyse de ces impacts démontre que leurs niveaux diffèrent selon les régions. Ainsi, il apparaît que les biocarburants des pays en développement affichent un avantage certain en termes de réduction de GES, grâce à leurs performances agricoles (notamment les rendements exceptionnels à l'hectare). Les biocarburants produits en Amérique du Sud, ou en Asie du Sud-est, présentent les meilleurs résultats de réduction de gaz à effet de serre. Cependant, il s'avère que la prise en considération des autres impacts environnementaux leur est particulièrement défavorable. En effet, la littérature relate que la production des biocarburants peut être responsable de déforestation et de détérioration de terres à fort potentiel écologique.

Au terme de cette analyse, deux catégories d'impacts peuvent être considérées : la première catégorie regroupe les impacts dont les effets sont globaux, c'est le cas des GES. La seconde catégorie, concerne les effets locaux et régionaux, c'est le cas de l'eutrophisation ou encore l'épuisement des ressources naturelles.

Par conséquent, les coûts et bénéfices environnementaux ne s'ajustent pas systématiquement. En effet, pour les GES – dont l'effet est global – il existe des marchés qui permettent de valoriser ces émissions au niveau international. Or, il apparaît que d'autres impacts soient exclusivement attribués à chacune des étapes de production (ex : eutrophisation, épuisement des ressources naturelles) ou de consommation (ex : toxicité). Pour ce type d'impact, il n'existe pas de mécanisme de compensation économique. Ces résultats sont d'autant plus importants à prendre en considération, que la production des biocarburants s'internationalise.

Par ailleurs, on doit relever le manque d'information concernant les émissions de GES des carburants fossiles. Très rarement remis en question, certaines zones d'ombre persistent pour les impacts environnementaux des installations exclusivement dédiées pour l'industrie pétrolière (construction de pipeline, des ports, des infrastructures...etc.). On peut citer aussi l'impact écologique des accidents de l'industrie pétrolière (naufrages des pétroliers, accident des stations offshore, incendies des puits de pétrole), certes exceptionnels, leurs conséquences peuvent être d'une très grande ampleur. D'autant plus que l'exploitation du pétrole aujourd'hui est de moins en moins écologique (puisque les gisements de pétrole conventionnel – moins polluant – sont de plus en plus rares, la production pétrolière fait appel à des sources non conventionnelles connues pour être moins propres. Ainsi, si on prend l'exemple des stations offshore ou encore du sable bitumineux dont l'impact écologique est déjà largement débattu comparé au pétrole conventionnel.

## CONCLUSION GENERALE

En conclusion de nos travaux, les implications du développement des biocarburants peuvent être séparées en deux lectures :

- La première lecture concerne les implications inhérentes à la production des biocarburants au niveau local, national ou régional. Nous développerons cette première partie en trois volets, ceux-là mêmes qui ont constitué les trois derniers chapitres de cette thèse :

Tout d'abord les implications agricoles. Le choc de demande que constitue le développement des biocarburants sur les marchés agricoles fait l'unanimité dans la littérature économique, et nous l'avons encore vérifié plusieurs fois dans nos travaux. En effet, d'importantes quantités de matières premières agricoles (pour la plupart en concurrence directe avec les produits alimentaires) ont été mobilisées ces dix dernières années pour la production de biocarburants. Les impacts de cette demande se déploient différemment selon les dotations en ressources agricoles des pays concernés. Il en existe trois catégories :

- Nous pouvons distinguer une première catégorie de pays où les ressources agricoles sont suffisantes pour subvenir aux besoins domestiques alimentaires et énergétiques (notamment pour la fabrication des biocarburants). C'est le cas des Etats-Unis et du Brésil. Des pays où, malgré une première période de distorsion, l'ajustement entre l'offre et la demande agricole se fait rapidement grâce au potentiel agricole mobilisable. Le secteur agricole de cette première catégorie profite pleinement des programmes locaux du développement des biocarburants.
- La seconde catégorie concerne les pays ou régions dont les programmes de développement des biocarburants sont trop ambitieux comparés à leurs ressources agricoles, si bien que le développement des biocarburants dans ces régions se traduit par le recours aux importations. Ces importations se font de deux manières. L'une directe, liée à l'importation de biocarburants (ou de matières premières agricoles pour leur production). L'autre indirecte, où le recours à l'importation de biens agricoles est le résultat d'une baisse d'offre domestique, causée par l'utilisation d'au moins une partie de cette dernière pour le développement des biocarburants. Le cas de l'Union européenne en est un exemple illustratif de cette catégorie. Dès 2006 la Commission

européenne avait estimé que l'accomplissement des objectifs de consommation des biocarburants – fixés par les Directives sur les énergies renouvelables – ne pourra se faire sans le recours à l'importation. Le manque de disponibilité d'huiles végétales dans l'Union européenne – dû notamment à la demande en huile de colza pour le biodiesel – a contraint la demande (industrielle et alimentaire) européenne de s'approvisionner à l'étranger. A défaut d'importer l'huile de colza – dont l'Europe est le principal producteur mondial – c'est vers l'huile de palme asiatique – plus économique et disponible en quantité – que la demande européenne s'est tournée. Ainsi, les importations ne concernent pas seulement les matières premières nécessaires à la production des biocarburants, mais peuvent être également celles qui leurs sont substituables (importations indirectes).

- La troisième catégorie concerne les pays en développement au fort potentiel agricole. Profitant de l'émergence de la demande internationale de biocarburants et des autres produits agricoles liés à leur production (impact indirect), plusieurs pays en développement se sont lancés dans la production de biocarburants, et/ou des produits agricoles liés à la production de biocarburants. C'est le cas notamment de l'Argentine qui s'est lancée dans la production de biodiesel en 2007, dont l'essentiel de la production est exporté vers l'Union européenne. On compte pareillement l'Indonésie et la Malaisie qui ont considérablement augmenté leurs exportations d'huile de palme à destination de l'Europe, depuis que cette dernière utilise l'huile de colza pour le biodiesel. Les secteurs agricoles de ces régions ont largement bénéficié du développement des biocarburants à l'étranger.

Le second volet des implications des biocarburants est le coût économique qu'engendre le développement de ces derniers. Au-delà des coûts de production – déjà élevés comparés à leurs équivalents fossiles – le développement actuel des biocarburants s'accompagne régulièrement d'un onéreux dispositif de soutien à l'ensemble de la filière de biocarburants, alourdissant ainsi le coût de revient effectif des biocarburants.

Le coût des matières premières agricoles constitue le poste le plus important du prix de revient d'un biocarburant (de 53 % à 71 % du coût total des biodiesels, et 66 % pour l'éthanol

étudié)<sup>245</sup>. De ce fait, les efforts de réduction des prix de revient porteront essentiellement sur l'étape agricole qui couvre la production des matières premières des biocarburants, si bien que la compétitivité des politiques de soutien des biocarburants est étroitement liée aux performances des secteurs agricoles concernés.

Les régions qui disposent d'une agriculture plus compétitive auront moins d'efforts à fournir – et donc moins de dépenses à engager – pour viabiliser économiquement leur production de biocarburants, d'autant que certaines régions bénéficient d'avantages agricoles naturels (avantages comparatifs). C'est ainsi que le coût de l'éthanol brésilien affiche une compétitivité inégalée, grâce aux terres fertiles disponibles en quantité et aux rendements exceptionnels (rendus possibles aussi à la faveur du climat tropical) dont bénéficie l'agriculture brésilienne.

Aussi, avons-nous fini par admettre que les soutiens de l'Etat observés dans les pays développés (pays de l'Union européenne, Etats-Unis) sont plus coûteux que ceux accordés dans les pays en développement engagés dans la production de biocarburants (Brésil, Argentine, Indonésie,...). De nombreuses critiques ont été formulées ces dernières années quant à l'efficacité des mesures de soutien des pays développés (G. Sorda et al, 2010 ; Cour des comptes, 2012 ; GIS, 2010). Au vu de la conjoncture économique actuelle, il devient de plus en plus difficile de maintenir un niveau de soutien aussi élevé, particulièrement pour l'Union européenne et les Etats-Unis.

Les régions qui ne disposent pas de ressources agricoles suffisantes pour subvenir simultanément aux besoins alimentaires et aux besoins énergétiques – ceux qui font partie de la seconde catégorie vue plus haut – voient une partie des bénéfices des mesures de soutien profiter aux acteurs économiques étrangers (puisque le recours aux importations devient inévitable).

L'efficacité environnementale des politiques de soutien est elle aussi étroitement liée au secteur agricole. Les réductions des émissions de GES varient en fonction du type de culture. Il apparaît en ce sens que les cultures des variétés des régions tropicales – bénéficiant de meilleurs rendements agricoles – émettent moins de GES comparées à celles pratiquées en Europe ou aux Etats-Unis.

---

<sup>245</sup> Ces niveaux sont ceux des biocarburants présentés dans l'analyse des coûts. Cf. Chap. 1 ; Analyse des coûts de production de biocarburants.



Dès lors, les politiques de soutien des pays développés – aussi bien en matière d’efficacité énergétique, environnementale, qu’au secteur agricole (revitalisation des zones rurales) – semblent être moins performantes que celles des pays en développement.

Le troisième volet couvert par nos travaux concerne les attributs environnementaux des biocarburants.

A l’origine, les bénéfices environnementaux des biocarburants étaient justifiés exclusivement par la neutralité de leur bilan carbone. De manière simplifiée, cette neutralité était expliquée par le fait que la quantité de CO<sub>2</sub> émise lors de la combustion dans le moteur était absorbée et fixée dans le sol par les végétaux ayant servi à la fabrication du biocarburant. Cependant, cette évaluation semble être trop restreinte pour faire un état complet des émissions de GES liées au développement des biocarburants. En effet, plusieurs travaux scientifiques indépendants (Fargione et al. 2008, Searchinger et al. 2008, Gibbs et al. 2008, Fritsche 2008, Australian Biofuel Institute 2008) ont affirmé que la prise en considération des émissions causées par le changement d’affectation des sols détériore considérablement le bilan d’émissions de GES. Ces mêmes émissions sont plus conséquentes lorsque le changement d’affectation des sols s’effectue sur des terres au fort capital écologique (forêts, tourbières,...).

Parallèlement, l’analyse de l’évolution des facteurs de production de l’agriculture mondiale démontre que tout accroissement de la production agricole devra inévitablement se faire par une extension des terres agricoles (Cf. Chap. 3). Aussi, en supposant que l’obligation de rentabilité des nouvelles cultures exigera un minimum de fertilité, les extensions devront-elles se faire sur des terres naturellement fertiles (tourbières, forêts,...). Ces dernières sont celles qui renferment les niveaux les plus élevés de stock de carbone (Cf. Chap.4). Finalement, la production de biocarburants engendrera une extension des terres – de manière directe ou indirecte- et par conséquent, les bilans carbones devront être nettement inférieurs aux standards de référence présentés initialement, alors qu’ils ont justifié, au moins en partie, les soutiens accordés au développement des biocarburants.

Outre les émissions de GES, le développement des biocarburants s’accompagne d’autres impacts environnementaux : déplétion des ressources naturelles (eau, terres), eutrophisation, toxicité,... Actuellement, il n’existe aucun mécanisme de compensation économique de ces impacts. Au vu de la diversité des sites, et des incertitudes scientifiques quant à l’évaluation

de certains impacts, il apparaît difficile d'établir un système d'évaluation généralisé comme c'est le cas pour les gaz à effet de serre.

Aussi avons-nous soulevé le caractère localisé de ces impacts. Contrairement aux émissions de GES, les effets des autres impacts sont limités dans l'espace. Les bilans environnementaux peuvent être scindés en trois grandes étapes : étape de production de matières premières, qui retient l'ensemble des impacts liés à la phase agricole (eutrophisation, déplétion des ressources naturelles) ; l'étape de transformation industrielle (potentiel de toxicité) et enfin l'étape de consommation (toxicité (HAP), Smog photochimique). Cette distinction est d'autant plus importante à noter que la production de biocarburants s'internationalise.

La seconde partie de cette conclusion consiste à voir les implications internationales de la production des biocarburants.

Il faut relever que toutes les questions liées au développement des biocarburants (énergétiques, environnementales, soutiens économiques,...) se trouvent rattachées de près au secteur agricole<sup>246</sup>, tant, le marché agricole – entendre aussi l'agriculture mondiale – constitue la trame de fond du développement actuel et futur des biocarburants.

Le système agricole est en pleine mutation. La dernière décennie a été marquée par plusieurs faits (baisse historique des stocks, flambée des prix des produits agricoles, instabilité de l'offre, record de famine,...). Autant d'éléments qui révèlent la fragilité du modèle agricole international.

Certes, d'un côté l'offre qui a permis l'accroissement de la production agricole depuis la Seconde Guerre mondiale atteint ses limites. Les rendements agricoles des principales régions productrices stagnent. La pratique d'une agriculture extensive se heurte aux limites des terres cultivables dans ces mêmes régions, en plus des autres facteurs qui mettent en péril les terres agricoles déjà existantes (urbanisation, réchauffement climatique,...). Du côté de la demande, non seulement l'accroissement de la population mondiale maintient la croissance de la demande en produits agricoles, mais encore le changement d'habitudes alimentaires des pays en développement – en faveur des produits animaux – accélère davantage les besoins en biens agricoles.

---

<sup>246</sup> Quelle que soit la nature des aspects des biocarburants abordés, leur performance est systématiquement liée aux rendements agricoles et aux performances agricoles.

Face à ces distorsions, le potentiel agricole des pays en développement se présente comme l'alternative la plus viable – si ce n'est la seule – afin de maintenir le rythme croissance de la demande agricole mondiale.

C'est dans ce contexte que la demande en biens agricoles pour la production des biocarburants s'est jointe depuis le début des années 2000.

Bien que la course au développement des biocarburants ait commencé il y a plus d'une décennie, le marché mondial des biocarburants reste concentré dans trois régions : les Etats-Unis, le Brésil, et l'Union européenne, avec des parts de marché s'élevant respectivement à 48 %, 22,4 %, et 16,5 % (BP 2012). Ces trois régions sont aussi les premières exportatrices de produits agricoles (FAO). De nombreux pays – notamment les pays en développement – sont tributaires de ces exportations, de telle sorte que ces derniers se retrouvent directement affectés par tout bouleversement dans les secteurs agricoles des pays exportateurs.

A l'exception du Brésil, le développement des biocarburants a sensiblement affecté les exportations des produits agricoles des Etats-Unis et de l'Union européenne : grâce au potentiel agricole considérable, la production brésilienne de biocarburants n'a pas affecté son offre internationale.

Cependant, la récente dégradation de la part américaine dans les exportations mondiales de céréales – et particulièrement de maïs – est de toute évidence liée à la production d'éthanol américain dérivé du maïs. Depuis l'engagement des Etats-Unis dans le développement de biocarburants en 2007 (avec la mise en place de la norme RFS), les quantités de maïs exportées sont continuellement en baisse. Les Etats-Unis autrefois pourvoyeurs mondiaux de maïs délaissent progressivement ce rôle pour subvenir à la demande domestique d'éthanol : actuellement plus de 40 % du maïs américain est transformé en éthanol (FAO 2012).

De la même manière la production de biodiesel de l'Union européenne a manifestement affecté les échanges internationaux d'huiles végétales et de produits oléagineux.

Depuis 2003, date de la mise en œuvre de la première Directive sur les biocarburants (2003/03/CE), l'utilisation d'huile de colza pour la production de biodiesel se fait au détriment des autres usages (industriels, alimentaires). En 2012, 84 % de la production européenne d'huile de colza étaient affectés à l'industrie et la production de biodiesel.

Alors qu'habituellement le colza occupe une place importante dans l'économie agricole européenne par son utilisation dans les industries alimentaires – notamment pour son huile – et dans l'alimentation animale, l'avènement du biodiesel a déséquilibré le marché européen des huiles végétales et des produits oléagineux. Ce déséquilibre est d'autant plus important que l'Union européenne est le second consommateur mondial d'huile végétale. Ainsi, non seulement les importations d'huiles végétales de l'Union européenne ont considérablement augmenté, mais encore la balance commerciale d'huile de colza est devenue déficitaire depuis 2005 (FAPRI-ISU 2011).

Pendant ce temps, la demande internationale d'oléagineux et de céréales secondaires continue d'augmenter. La baisse des exportations des acteurs traditionnels sur les marchés internationaux – causée aussi, par la production de biocarburants (maïs pour les Etats-Unis et oléagineux pour l'Europe) – profite aux pays en développement. L'analyse des échanges commerciaux internationaux montre que ce phénomène est enclenché dès les années 1990, avec une accélération durant la dernière décennie. De toute évidence le développement des biocarburants a joué un rôle de facteur additif dans la réorganisation des flux commerciaux agricoles.

Cette réorganisation de l'agriculture mondiale s'illustre aussi par les mouvements d'investissement internationaux dans le secteur agricole. La dernière décennie a été marquée par un nouveau phénomène d'accaparement des terres agricoles des pays en développement (*Land grabbing*). Les données sur les acquisitions restent encore aujourd'hui très peu précises. Selon les estimations d'Oxfam, 203 millions d'hectares auraient été acquis entre 2001 et 2010 (Oxfam 2012). De plus, depuis 2008 de nombreux rapports d'organisations non gouvernementales (notamment GRAIN, Oxfam) dénoncent l'acquisition de terres agricoles pour la production de biocarburants.

La répartition des politiques de soutien aux biocarburants, ainsi que leur déploiement, accentue davantage cette réorganisation.

Au terme de cette analyse, le développement des biocarburants précipite le déclin de la suprématie américaine et européenne sur les marchés agricoles internationaux au profit des pays en développement. Les exportations des pays sud-américains<sup>247</sup> et asiatiques ont considérablement augmenté ces dernières années. Bien que le continent africain reste encore

---

<sup>247</sup> Les exportations de céréales du continent sud-américain ont enregistré une augmentation de plus de 67 % entre 2000 et 2010 (FAO 2012).

en retrait, son potentiel agricole se doit d'être mobilisé afin de subvenir aux besoins agricoles mondiaux.

L'analyse globale des impacts environnementaux des biocarburants est d'autant plus indispensable que leur production s'internationalise. Les impacts environnementaux des biocarburants peuvent être partagés en deux catégories : premièrement les impacts globaux, dont les effets n'ont pas de limite géographique. C'est essentiellement le cas des émissions de GES. Mais peuvent être aussi intégrés dans cette catégorie les rejets de gaz qui affectent la couche d'ozone (CFCs, HCFCs, CH<sub>3</sub>Br, Halons). La seconde catégorie rassemble les impacts locaux et régionaux, dont les effets se limitent aux espaces concernés. On retrouve dans cette catégorie le reste des impacts connus jusqu'ici causés par la production et la consommation des biocarburants (eutrophisation, épuisement des ressources naturelles (eau, terres agricoles), potentiel de toxicité).

Comme nous l'avons mentionné précédemment, les bilans environnementaux se décomposent en trois grandes étapes : production de matières premières, transformation industrielle et consommation. Cette distinction est d'autant plus importante à faire lorsque les effets des impacts environnementaux sont localisés. L'internationalisation de la production des biocarburants signifie aussi la répartition du cycle de production. Ainsi, une partie des biocarburants consommés actuellement dans le monde serait soit importée comme produit fini (environ 10 % de la consommation mondiale), soit comme matières premières ayant servi à la production de biocarburants.

Par conséquent, les impacts environnementaux (impacts localisés) se répartissent dans différentes régions du monde. Par exemple, pour un biodiesel consommé en Europe et importé d'Argentine, les impacts environnementaux des deux premières étapes agricole et industrielle (eutrophisation, déplétion des ressources naturelles, toxicité) affecteront le pays d'origine (l'Argentine) ; alors que les impacts de la dernière étape de consommation (toxicité HAP, Smog) se répandront en Europe.

Tandis que les impacts globaux profitent aux pays en développement par un système de compensation des dommages causés, les impacts locaux et régionaux leur sont moins profitables. Actuellement, il n'existe pas de mécanisme international (équivalent au MDP) pour les impacts régionaux et locaux. Même si des initiatives peuvent être prises de manière

unilatérale pour contenir ces impacts (voir la Directive<sup>248</sup> européenne de 2009). La compensation économique de ces impacts environnementaux localisés reste toujours posée à plus forte raison parce que les pays exportateurs sont des pays en développement, où les dispositifs juridiques pour la protection d'environnement restent le plus souvent inopérants.

---

<sup>248</sup> Directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Il s'agit ici de l'article de 17 paragraphes 3 et 4, où la directive exclue l'intégration dans les objectifs des biocarburants dont les matières premières ont eu un impact sur l'environnement (zones forestières, humides, biodiversité...etc.).

## **Bibliographie :**

### **Article de périodique :**

- Arezki R. et al. (2011). La « course aux terres ». Quelques éclairages empiriques. *Afrique contemporaine*, 2011/1 n° 237, p. 131-134. DOI : 10.3917/afco.237.0131.
- Aven, M-A. Vert, J. (2011). La production agricole mondiale à l'horizon 2050 : comparaison de quatre perspectives, MAAPRAT-Centre d'études et de perspective, n° 28 Juin 2011.
- Barros, S. (2009). Brazil Biofuels Annual - Biodiesel Annual Report. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report Number BR9009, 31.07.2009.
- Bekunda, M., C.A. Palm, C. de Fraiture, P. Leadley, Luc Maene, L.A. Martinelli, J. McNeely, M. Otto, N.H. Ravindranath, R.L. Victoria, H. Watson, J. Woods (2009) Biofuels in developing countries. Pages 249-269 dans R.W. Howarth et S. Bringezu (eds.) *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use*.
- Blein, R., Soulé, B., Faivre-Dupaigre, B., Yérima, B. (2008). Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Paris : Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde (FARM), février 2008, 116. Disponible sur : [http://farm2.ecritel.net/IMG/pdf/etudepotentialites\\_rapport.pdf](http://farm2.ecritel.net/IMG/pdf/etudepotentialites_rapport.pdf)
- Bonnet, J.F. Lorne, D. (2009). Eau et biocarburants : Impact sur l'eau du développement des biocarburants en France à l'horizon 2030. *Le club d'ingénierie prospective énergie et environnement (CLIP) N°19* Sept.2009. Disponible sur : [http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/content/download/69157/1492509/version/1/file/Cahier\\_du\\_CLIP\\_19\\_francais.pdf](http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/content/download/69157/1492509/version/1/file/Cahier_du_CLIP_19_francais.pdf)
- Bringezu, S. et al. (2009). The greenhouse gas balances of biofuel. In: *Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels*, UNEP 2009, p52. Disponible sur : [http://www.unep.org/pdf/Assessing\\_Biofuels-full\\_report-Web.pdf](http://www.unep.org/pdf/Assessing_Biofuels-full_report-Web.pdf)
- Campbell, J. E., Lobell, D. B., Genova, R. C., Field, C. B. (2008) The global potential of bioenergy on abandoned agriculture lands. *Environmental Science & Technology*: DOI: 10.1021/es800052w.
- Colares, J. (2008). A brief history of Brazilian Biofuel Legislation. *Syracuse J. Law Commerce* 35.

- Crutzen, P.J., Mosier, A.R., Smith, K.A., et Winiwarter, W. (2007). N<sub>2</sub>O Release from Agro-Biofuel production Negates Global Warming Reduction by Replacing Fossil Fuels. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, Vol. 8, 2007, p392.
- De Almeida, E.F., Bomtempo, J.V., de Souzae Silva, C.M. (2008). The performance of Brazilian biofuels: an economic, environmental and social analysis. Published in *Biofuels - Linking Support to Performance by the OECD / ITF*, pp. 151-188.
- De Fraiture, C., Giordano, M. et Liao, Y. (2008). Biofuels and implications for agricultural water uses: blue impacts of green energy. *Water Policy*, Vol.10 (S1), pp. 67–81.
- Doku, A. Di Falco, S. (2012). Biofuels in developing countries: Are comparative advantages enough? *Energy Policy*, Volume 44, May 2012, pp 101-117.
- Dronne, Y. et al. (2007). Impacts du développement des biocarburants aux États-Unis et dans l'UE sur les marchés internationaux de produits de grandes cultures. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides (OCL)*. Volume 14, numéro 6, 347-53, Novembre-décembre 2007. Dossier.
- Dronne, Y. Gohin, A. (2005). Le développement des utilisations non alimentaires de l'huile de colza dans l'UE : quels impacts sur les marchés et prix mondiaux ? *Oléagineux, Corps Gras, Lipides (OCL)*. Vol. 12, Numéro 5, Septembre-décembre 2005. Disponible sur : [http://www.jle.com/e-docs/00/04/17/E5/vers\\_alt/VersionPDF.pdf](http://www.jle.com/e-docs/00/04/17/E5/vers_alt/VersionPDF.pdf)
- Droulers, M. Carrizo, S. (2010). Stratégie agro-industrielle autour de la filière des biocarburants au Brésil et en Argentine. *Revue Géographique de l'Est [En ligne]*, vol. 50 / 3-4 | 2010. Disponible sur : <http://rge.revues.org/3107>
- Droulers, M. Carrizo, S. (2010). Stratégie agro-industrielles autour de la filière des biocarburants au Brésil et en Argentine. *Revue Géographique de l'Est*. Vol 50/ 3-4. *Firme, géopolitique et territoires - vol2*.
- Eickhout, B., van den Born, G.J., Notenboom, J., van Oorschot, M., Ros, J.P.M., van Vuuren, D.P., Westhoek, H.J. (2008) Local and global consequences of the EU renewable directive for biofuels. Testing the sustainability criteria. MNP report 500143001/2008.
- Fargione, J., Hill J., Tilman D., Polasky S. Hawthorne P. (2008). Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science* 319, pp 1235 – 1238.
- Fischer, G., M. Shah, F. N. Tubiello et H. van Velhuizen (2005) Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080.



Philosophical Transactions of the Royal Society of London B 360 (1463): 2067 - 2083.

- Fritsche, U.R. (2008). Impacts of biofuels on greenhouse. FAO Expert Meeting Proceedings. FAO, Rome.
- Sorda, G. et al. (2010). An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, 2010, vol. 38, p 6977–6988.
- Gibbs H. K., et al. (2008). Carbon payback times for crop-based biofuel expansion in the tropics: The effects of changing yield and technology. *Environmental Research Letters*, Vol. 3 (03400), pp 10.
- Gnansounou, E. et al. (2009). Life cycle assessment of biofuels: energy and greenhouse gas balances, *Bioresource Technology*, Vol. 100 (21), p. 4919-4930.
- Gohin, A. Guyomard, H. Le Mouél, C. (1999). L'analyse des politiques agricoles : l'apport de l'équilibre général calculable. *Economie rurale*. N°251, 1999. pp. 4-10.
- Guibert, M. Carrizo, S-C. (2012). Les biocarburants en Argentine : facteurs et enjeux de la production de biodiesel de soja. *OCL VOL 19 N°3*. Mai – Juin 2012. p186. Disponible sur : <http://www.jle.com/e-docs/00/04/77/F4/article.phtml>
- Guindé, L., Jacquet, F., Millet, G. (2008). Impacts du développement des biocarburants sur la production française des grandes cultures. *Revue d'études en agriculture et environnement*, 89 (2008-4), pp. 55-81.
- Gurgel, A., Reilly, J.M. et Paltsev, S. (2007). Potential Land Use Implications of a Global Biofuels Industry. *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization* 5 (2): Article 9.
- Hoh, R. (2009). Malaysia Biofuels Annual. GAIN Report Number MY9026. USDA Foreign Agricultural Service, 12.06.2009.
- Hooijer, A. et al. (2006). Peat-CO2. Assessment of CO2 emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics Report Q3943. Amsterdam, 2006.
- Howarth, R.W., S. Bringezu, L.A. Martinelli, R. Santoro, D. Messer, O.E. Sala (2009). Introduction: biofuels and the environment in the 21st century. Pages 15- 36 in R.W. Howarth and S. Bringezu (eds.) *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use*. Procès-verbal du Comité scientifique sur les problèmes d'environnement (SCOPE) Évaluation rapide du Projet international sur les biocarburants, 22-25 septembre 2008, Gummersbach (Allemagne). Cornell University, Ithaca NY (États-Unis). Disponible sur : <http://cip.cornell.edu/biofuels/>

- Jank, M.J. et al. (2007). EU and U.S. Policies on Biofuels: Potential impacts on developing countries. The German Marshall Fund of the United States progress.
- Kaltner, F. et al. (2005). Liquid Biofuels for Transportation in Brazil. Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy in the 21st Century.
- Kim, S. et B.E. Dale (2004). Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and Bioenergy*, vol. 26, pp. 361-375.
- Laborde, D. Msangi, S. (2011). Biocarburants, environnement et alimentation : l'histoire se complique. In : *Politiques alimentaire mondiales*. Washington : International Food Policy Research Institute (2011), pp 49-54. (ISBN: 978-0-89629-548-3).
- Li SZ, Chan-Halbrendt C. (2009). Ethanol production in the PRC: potentiel and technologies. *Appl Energy* 2009, 89 (Suppl.1) ; 69-76.
- Lobell DB, Field CB (2007). Global scale climate – crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environ Res Lett* 2: 014002.
- Martins-Filho, C. Torero, M. Yao, F. (2009). Estimation of Quantiles Based on Nonlinear Models of Commodity Price Dynamics and Extreme Value Theory. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2010, mimeo.
- Menichetti, E. Otto, M. (2008). Existing knowledge and limits of scientific assessment of the sustainability impacts due to biofuels by LCA methodology. Rapport final.
- Müller, A., Schmidhuber, J., Hoogeveen, J. et Steduto, P. (2008) Some insights in the effect of growing bioenergy demand on global food security and natural resources. *WaterPolicy* 10 (S1): 83–94.
- ODI (2008), Biofuels and development: will the EU help or hinder? ODI Briefing Paper, Janvier 2008, n°32. Londres. Disponible sur : <http://www.odi.org.uk/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/608.pdf>
- Panichelli, L. Gnansounou, E. (2008). Estimating greenhouse gas emissions from indirect land-use change in biofuels production: concepts and exploratory analysis for soybean-based biodiesel production, *Journal of Scientific and Industrial Research*, 67, pp. 1017 – 1030.
- Pastowski, A. et al. (2007). Sozial-ökologische Bewertung der stationären energetischen Nutzung von importierten Biokraftstoffen am Beispiel von Palmöl. Endbericht zur gleichnamigen Studie im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Wuppertal Institut, Institut für Energie- und

Umweltforschung Heidelberg (IFEU), Wilhelm Merton-Zentrum; Wuppertal, Heidelberg, Würzburg.

- Persillet, V. (2012). Les biocarburants de première génération : un bilan mondial mitigé. Synthèse INRA Sciences sociales, juillet 2012, N° 1/2012.
- Ravindranath, N.H. (2009). Greenhouse gas implications of land use and land conversion to biofuel crops. Pages 111-125 In R.W. Howarth and S. Bringezu (eds) Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use. Proceedings of the Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) International Biofuels Project Rapid Assessment, 22-25 September 2008, Gummersbach Germany. Cornell University, Ithaca NY, USA. (<http://cip.cornell.edu/biofuels/>).
- Reinhardt, G.A., Rettenmaier, N. et Köppen, S. (2008). How sustainable are biofuels for transportation? Proceedings of Bioenergy: Challenges and Opportunities. International Conference and Exhibition on Bioenergy, 6-9 avril 2008, Guimarães (P).
- Rodrigues, D. et Ortiz, L. (2006). Sustainability of ethanol from Brazil in the context of demanded biofuels imports by The Netherlands. Friends of the Earth Brazil, October 2006. Disponible sur : [http://np-net.pbworks.com/f/Rodrigues+&+Ortiz+\(2006\)+Brazil+Ethanol+Sustainability,+NatBrazil+&+VitaeCivilis.pdf](http://np-net.pbworks.com/f/Rodrigues+&+Ortiz+(2006)+Brazil+Ethanol+Sustainability,+NatBrazil+&+VitaeCivilis.pdf)
- Roudart, L. (2010). Terres cultivables et terres cultivées : apport de l'analyse croisée de trois base de données à l'échelle mondiale. Notes et Etudes Socio-économiques, n° 34, décembre 2010, pp57-95.
- Roudart, L. (2010). Terres cultivables non cultivées : des disponibilités suffisantes pour la sécurité alimentaire durable de l'humanité. Centre d'études et de prospective – Analyse, N°18, mai 2010, p 7. Disponible sur : <http://agrest.agriculture.gouv.fr/publication/analyse/>
- Searchinger, T. et al. (2008). Use of U.S croplands for biofuels increases GHG through emissions from land use change. Science, Vol. 319, 2008, p1239.
- Simpson, T.W., L.A. Martinelli, A.N. Sharpley, R.W. Howarth (2009) Impact of ethanol production on nutrient cycles and water quality: the United States and Brazil as case studies. Pages 153-167 dans R.W. Howarth et S. Bringezu (eds) Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use. Procès-verbal du Comité scientifique sur les problèmes d'environnement (SCOPE) Évaluation rapide du Projet international sur les biocarburants, 22-25 septembre 2008,

Gummersbach (Allemagne). Cornell University, Ithaca NY (États-Unis). Disponible sur : <http://cip.cornell.edu/biofuels/>

- Smil, V. (2000). *Feeding the World*. The MIT Press, Cambridge MA USA, p. 360.
- Solomon, S., et al. (2007). Technical Summary. In : *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, N.Y (États-Unis).
- Sorda, G. et al. (2010). An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, 2010, vol. 38, p 6977–6988.
- Stevens, C. Keane, J. (2008), *Biofuels and development: will the EU help or hinder?* Overseas Development Institute (ODI) Briefing Paper, Janvier 2008, n°32, Londres. Disponible sur : <http://www.odi.org.uk/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/608.pdf>
- Taheripour, F. et al. (2010). Biofuels and their by-products: Global economic and environmental implications. *Biomass and bioenergy*, Vol. 34 (2010), pp 278-289.
- Torero, M. (2011). *Prix alimentaires : Les montagnes russes*. In : *Politiques alimentaire mondiales*. Washington : International Food Policy Research Institute (2011), pp 15-24. (ISBN: 978-0-89629-548-3).
- Valin, H. (2010). La quantification des effets du développement des filières biocarburants à l'échelle mondiale. *Sud & Science Technologies*. Semestriel N°19 & 20, décembre 2010.
- Wang, M. et al. (2007). Life-cycle energy and greenhouse gas emission impacts of different corn ethanol plant types. *Environmental Research Letters* 2 (024001): 13pp.
- Watson, J. Sathaye (2009). Greenhouse gas implications of land use and land conversion to biofuel crops. Pages 111-125 in R.W. Howarth and S. Bringezu (eds)
- Yan, J. et Lin, T. (2009). "Biofuels in Asia". *Applied energy*, vol. 86, Sup1, 2009/10, P. S1-S10.
- Zhou, A. et Thomson, E. (2009). The development of biofuels in Asia. *Applied Energy*, Vol. 86, Elsevier, nov. 2009. S11-S20.
- Zah, R., Böni, R., Gauch, M., Hischer, R., Lehmann, M. and Wäger, P. (2007) *Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen*. EMPA.

## Rapports :

Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie (ADEME):

- ADEME (2010). Analyse de cycle de vie des biocarburants de première génération consommé en France.
- ADEME (2010). Analyse des postes contributeurs. In : AVC des biocarburants de première génération en France. février 2010. p 168.

Association canadienne des carburants renouvelables (ACCR) :

- ACCR (2010). Au-delà du pétrole : assurer notre avenir énergétique. In : Stratégies provinciales sur les carburants renouvelables, p.7. Disponible sur : <http://www.greenfuels.org/uploads/documents/crfareportcardfrenchfinal.pdf>
- ACCR (2010). L'industrie canadienne d'éthanol. In : Au-delà du pétrole : assurer notre avenir énergétique, p. 27. Disponible sur : <http://www.greenfuels.org/uploads/documents/crfareportcardfrenchfinal.pdf>

Commission européenne (CE) :

- CE (2008). Communication de la commission au parlement européen, au Conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions - Deux fois 20 pour 2020 Saisir la chance qu'offre le changement climatique. COM(2008)30 final, Bruxelles (Belgique).
- CE (2006). Biofuels Progress Report. Report on the progress made in the use of biofuels and other renewable fuels in the Member States of the European Union. Document de travail des services de la Commission, SEC (2006) 1721/2, Bruxelles (Belgique).
- CE (2007). Impact assessment of the Renewable Energy Roadmap – mars 2007. Commission européenne, Direction générale de l'agriculture et du développement rural, AGRI G-2/WMD(2007), Bruxelles (Belgique).
- CE (2008) Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources.
- Hill, N., Brannigan, C.; Smokers, R.; Schrotten, A., van Essen, H., and Skinner, I. (2012). Developing a better understanding of the secondary impacts and key sensitivities for the decarbonisation of the EU's transport sector by 2050. Final project report produced as part of a contract between European Commission Directorate-

General Climate Action and AEA Technology plc. Disponible sur : [www.eustransportghg2050.eu](http://www.eustransportghg2050.eu)

Directives européennes :

- La Directive 2003/30/CE du Parlement européen et du conseil du 8 Mai 2003, visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports. Disponible sur : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:123:0042:0042:FR:PDF>
- La Directive 2009/28/CE du parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Disponible sur : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=Oj:L:2009:140:0016:0062:fr:PDF>
- La Directive 2003/96/CE restructurant le cadre communautaire de taxation des produits énergétiques et d'électricité du 27 Octobre 2003. Disponible sur : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:283:0051:0070:FR:PDF>

Global Subsidies Initiative (GIS) of international Institut for Sustainable Development (IISD):

- Biofuels - At What Cost? Government Support for Ethanol and Biodiesel in the European Union – 2007 Update (2010).
- Biofuels - At What Cost? Government Support for Ethanol and Biodiesel in the United States (2008).
- Biofuels – At what cost? Government support for ethanol and biodiesel in China. November 2008. Disponible sur : [http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/China\\_Biofuels\\_Subsidies.pdf](http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/China_Biofuels_Subsidies.pdf). (ISBN: 978-1-894784-24-5).
- Biofuels at What Cost? Government Support for Ethanol and Biodiesel in Indonesia (2008).
- Jung, A. Dörrenberg, P. Rauch, A. et Thöne, M. (2010). Biofuels – At what cost? Government support for ethanol and biodiesel in the European Union – 2010 Update. Genève: Global Subsidies Initiative (GIS) of international Institut for Sustainable Development (IISD), 2010. Disponible sur : [http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/bf\\_eunion\\_2010update.pdf](http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/bf_eunion_2010update.pdf)

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) :

- GIEC, 2006 : Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Préparé par le Programme pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. et Tanabe K. (eds). Publié : IGES, Japon.
- GIEC, 2007 : Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de~)]. GIEC, Genève, Suisse, ..., 103 pages.

International Food Policy Research Institute (IFPRI):

- C. Martins-Filho, M. Torero, et F. Yao (2009). Estimation of Quantiles Based on Nonlinear Models of Commodity Price Dynamics and Extreme Value Theory. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2010, mimeo.
- Headey, D. et Fan, S. (2010). Cause of crisis. In: Reflections on the global food crisis: how did it happen? How has it hurt? And how can we prevent the next one? Washington : IFPRI, 2010. Disponible sur : <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rr165.pdf>
- IFPRI (2011). Politiques alimentaires mondiales. Washington : International Food Policy Research Institute (2011), pp 15-24. (ISBN: 978-0-89629-548-3).
- Laborde, D. (2001). Assessing the land use change consequences of European biofuel policies, IFPRI, 2011. European Commission.
- Laborde, D. et Msangi, S. (2011). Biocarburants, environnement et alimentation : l'histoire se complique. In : Politiques alimentaire mondiales. Washington : International Food Policy Research Institute (2011), pp 49-54. (ISBN: 978-0-89629-548-3).
- Torero, M. (2011). Prix alimentaires : Les montagnes russes. In : Politiques alimentaire mondiales. Washington : International Food Policy Research Institute (2011), pp 15-24. (ISBN: 978-0-89629-548-3).

Institut Français du Pétrole Energie Nouvelle (IFPEN, anciennement IFP):

- IFP (2005). Les carburants routiers en Europe : l'explosion de la demande en gazole. Lyon : IFP – panorama, 2005.

- IFP (2008). Les unités pilotes de biocarburants de deuxième génération dans le monde. Lyon : IFP Panorama, 2008.
- IFP (2012). Le point sur les biocarburants : progression des marchés nationaux et internationaux. Lyon : IFP Panorama, 2012.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) :

- Fritsche, U.R. (2008). Impacts of biofuels on greenhouse. FAO Expert Meeting Proceedings. FAO, Rome.
- FAO (2008). La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2008. Rome: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 80, ISSN 0251-1460.
- FAO (2008). Les biocarburants et l'Organisation mondiale du commerce. In : La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture Le biocarburants : Perspectives, risques et opportunités. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 80, ISSN 0251-1460.
- FAO (2008). Les biocarburants : perspectives, risque, opportunités. In : La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Rome : ONU pour l'alimentation et l'agriculture, 2008, pp 3-111. Disponible sur : <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0100f/i0100f.pdf>

Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) :

- OCDE (2008). Évaluation économique des politiques de soutien aux biocarburants. Paris : Edition OCDE.
- OCDE (2008). Note du club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest (CSAO) : carburants verts, carburants pour le développement. p10.
- OCDE (2009). Politiques de soutien des biocarburants : une évaluation économique. Paris : Edition OCDE.
- OCDE (2011). Évaluation des réformes de la politique agricole aux États-Unis. Paris : Edition OCDE.
- OCDE (2011). Politiques en faveur des énergies renouvelables. In : Evaluation des réformes de politiques agricoles aux États-Unis. Editions OCDE, 2011, p 125-133. PDF. Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.1787/9789264096752-fr>



- Steenblik, R. (2006). Liberalization of Trade in Renewable Energy and Associated Technologies: Biodiesel, Solar Thermal and Geothermal Energy. Document de travail sur le commerce et l'environnement de l'OCDE No. 2007-01, Publications de l'OCDE, Paris.

Programme des Nations Unis pour l'environnement (PNUE) :

- PNUE (2007). The last stand of the orangutan. State of emergency: illegal logging, fire and palm oil in Indonesia's national parks. Rapid Response Assessment.
- Bringezu, S. et al. (2009). The greenhouse gas balances of biofuel. In: Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels, UNEP 2009, p52. Disponible sur : [http://www.unep.org/pdf/Assessing\\_Biofuels-full\\_report-Web.pdf](http://www.unep.org/pdf/Assessing_Biofuels-full_report-Web.pdf)
- UNEP (2009). The greenhouse gas balances of biofuel. In: Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels. p53.

Rapports réalisés conjointement entre l'OCDE et la FAO :

- OCDE-FAO (2010). Perspective agricoles de l'OCDE et de la FAO 2010-2019. Paris : Editions OCDE.
- OCDE-FAO (2011). Perspective agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Paris : Editions OCDE.
- OCDE-FAO (2012). Perspective agricoles de l'OCDE et de la FAO 2012-2021. Paris : Editions OCDE.
- FAO et OCDE (2011). Biocarburants, Matières premières utilisées dans la production de biocarburants. In : Perspectives agricoles de la FAO et de L'OCDE 2011-2010. Ch. 3, p 91-107.

Renewable Fuel Association:

- Kojima 2010; Kojima, Mitchell, and Ward 2007; LMC International 2009; Renewable Fuels Association 2008 data (<http://www.ethanolrfa.org/>);
- Résumé de l'article "How ethanol is made" publié par Renewable Fuels Association (RFA) en 2007. <http://www.ethanolrfa.org/pages/how-ethanol-is-made>. (Consulté le 05.05.2013).

Rapports gouvernementaux:

- Australian Biofuel Institute (2008). The Sustainability of Biofuels: Issues to Consider. Australian Biofuel Institute.
- Aven, M-A. Vert, J. (2011). La production agricole mondiale à l'horizon 2050 : comparaison de quatre perspectives, MAAPRAT-Centre d'études et de perspective, n° 28 Juin 2011.
- Barros, S., 2009. Brazil Biofuels Annual - Biodiesel Annual Report. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report Number BR9009, 31.07.2009.
- Canada, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales (2009).
- Canada, Ontario, ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales, « lignes directrices pour estimer le coût de production de biodiesel de canola/soya utilisé comme carburants agricole ». Février 2009. Disponible sur : [www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/bio\\_cop.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/bio_cop.htm)
- Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec CRAAQ (2008). Le processus de fabrication du biodiesel : les coproduits générés. In : « La production de biodiesel à partir de cultures oléagineuses ». Disponible sur : <http://www.craaq.qc.ca/data/DOCUMENTS/EVC031.pdf>
- Centre technique de coopération agricole et rural (CTA) (2011). Le commerce ACP analysé et décrypté : Secteur des oléagineux. Note de synthèse. Novembre 2011. Disponible sur : <http://agritrade.cta.int/fr/Agriculture/Produits-de-base/Oleagineux/Note-de-synthese-mise-a-jour-2011-Secteur-des-oleagineux>
- Chevassus-au-Louis, B., Salles, J-M. et Pujol, J-L. (2009). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Centre d'analyse stratégique, avril 2009, p. 376. Disponible sur : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/094000203/index.shtml>
- Gouvernement du Canada (Site officiel du des ressources naturelles Canada) (2010). EcoEnergie pour les biocarburants. En ligne. Disponible sur : [www.rncan.gc.ca](http://www.rncan.gc.ca).
- Ministère de l'écologie, de développement durable et de l'énergie (2011). Rapport sur l'industrie des énergies décarbonnées en 2010. En ligne. Disponible sur : [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport\\_energies\\_decarbonees\\_2011\\_complet02.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_energies_decarbonees_2011_complet02.pdf). (Consulté le 05.05.2013).
- Rapport de la cour des comptes (2012). Les données de fait. In: Evaluation d'une politique publique: la politique d'aide aux biocarburants. Paris: Cour des comptes,

p45. Disponible sur : <http://www.ccomptes.fr/Publications/Publications/La-politique-d-aide-aux-biocarburants>

- Résumé de : «la production de biodiesel à partir de cultures oléagineuses». ECV 031. Québec : Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 2008. Disponible : <http://www.craaq.qc.ca/data/DOCUMENTS/EVC031.pdf> . (Consulté le 09.09.2011).
- Roudart, L. (2006). Terre cultivées et terres cultivables dans le monde. In : Institut national d'agronomie Paris-Grignon. Présentation au Conseil de prospective européenne et internationale pour l'agriculture et l'alimentation (COPEIAA), janvier 2006. Disponible sur : <http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/copeiaaterres.pdf>

Rapports d'Organisations non-gouvernementales (ONG) :

- GRAIN (2008). Main basse sur les terres agricoles en pleine crise alimentaire et financière. Barcelone : Rapport de GRAIN, octobre 2008.
- GRAIN (2010). L'agrobusiness dans le monde : deux décennie de pillage. Seedling, juillet 2010. Disponible sur : <http://www.grain.org/article/entries/4059-l-agrobusiness-dans-le-monde-deux-decennies-de-pillage>
- GRAIN (2012). Panorama : Qui est derrière l'accaparement des terres ? Regard sur quelques-uns des investisseurs responsables d'acquisitions massives de terres et ceux qui les soutiennent. Barcelone : GRAIN. Disponible sur : <http://www.grain.org/article/entries/4616-diaporama-qui-est-derriere-l-accaparement-des-terres>
- OXFAM (2012). «NOTRE TERRE, NOTRE VIE» - Halte à la ruée mondiale sur les terres. Oxford : Oxfam Grande-Bretagne, octobre 2012. (ISBN 978-1-78077-181-6 e). Disponible sur : [http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/bn-land-lives-freeze-041012-fr\\_0.pdf](http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/bn-land-lives-freeze-041012-fr_0.pdf)

Food and Agricultural Policy Research Institute - Iowa State University (FAPRI-ISU). Outlook 2011 World Agricultural Outlook. Disponible sur : <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/>

BP Statistical Review of World Energy : What's inside ?. Juin 2011. Londres : BP Statistical Review of World Energy, June 2011. Disponible sur : [http://www.bp.com/assets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publication](http://www.bp.com/assets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publication)

[s/statistical\\_energy\\_review\\_2011/STAGING/local\\_assets/pdf/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energ\\_full\\_report\\_2011.pdf](s/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energ_full_report_2011.pdf)

**Ouvrage :**

- Abdelmalki, L. et Mundler, P. (2010). Economie de l'environnement et du développement durable. De Boeck. 2010. p 42.
- Ballerini, D. (2006) Les bilans économiques et environnementaux des filières de production. In : Les biocarburants : Etats des lieux, Perspective et enjeux du développement. Paris : Technip, p 323. Chap. 7
- Ballerini, D. (2006). Les biocarburants : état des lieux, perspectives et enjeux du développement. Paris : TECHNIP, 325 p.
- Ballerini, D. (2007) Les bilans sur l'environnement. In : Le plein de biocarburant ? Paris : Technip, p132.
- Ballerini, D. (2011). Les biocarburants de première génération pour les moteurs à allumage commandé (Chap. 2). In : Les biocarburants : répondre aux défis énergétiques et environnementaux des transports. Paris : Technip, 2011, pp 121.
- Ballerini, D. (2011). Les biocarburants : répondre aux défis énergétiques et environnementaux des transports. Paris : Technip, 2011, p. 121.
- Donald M. (2011). Biofuels in Africa: Opportunities, prospects, and challenges. Washington: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2011, p.170. Disponible sur : [http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2010/12/15/000356161\\_20101215011718/Rendered/PDF/584380PUB0ID181Africa09780821385166.pdf](http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2010/12/15/000356161_20101215011718/Rendered/PDF/584380PUB0ID181Africa09780821385166.pdf)
- Duterme B. (2008). Agrocaburants : Impacts au Sud? Paris : Editions Syllepse, 2011.
- Legalland, J-P., Lemarchand, J-L. (2008). Les biocarburants : 5 questions qui dérangent. Paris : Edition Technip, 2008. p160.

**Site web :**

- Invest KL, Tax Incentives for businesses in Malaysia. Disponible sur : [http://www.investkl.gov.my/News-@-Tax\\_Incentives\\_for\\_Businesses\\_In\\_Malaysia.aspx](http://www.investkl.gov.my/News-@-Tax_Incentives_for_Businesses_In_Malaysia.aspx). Dernière consultation Aout 2012.

- EURACTIV. La durabilité des biocarburants remise en question par un rapport. Disponible sur : <http://www.euractiv.fr/durabilite-biocarburants-remise-question-rapport-article>. (le 11 Avril 2012).
- Carington, D. et Valentino, S. (2011). Biofuels boom in Africa as British firms lead rush on land for plantations, The Guardian, 31 Mai 2011. Disponible sur : <http://www.guardian.co.uk/environment/2011/may/31/biofuel-plantations-africa-british-firms> (dernière consultation décembre 2012).
- Actualité News Environnement. Le Brésil veut stimuler son industrie du biocarburant. 07/06/2011. Par Sandra BESSON. <http://www.actualites-news-environnement.com/26675-biocarburant-Bresil.html>
- Résumé d'informations extraites de l'article : « Brésil : A plein régime dans les biocombustibles » (02/09/2011), sur le site green et vert. [www.greenetvert.fr/2011/09/02/a-plein-regime-dans-les-combustibles/31214](http://www.greenetvert.fr/2011/09/02/a-plein-regime-dans-les-combustibles/31214).
- Jean Marie (2008). Food, Feed, Fuel, soft Commodities Intelligence. In : Les dessous du biodiesel argentin. Février 2008. Disponible sur : <http://foodfeedfuel.blogspot.com/2008/02/les-dessous-du-biodiesel-argentin.html> (consulter le 01/05/2012).
- Plateforme de biocarburants 2010. Disponible sur : <http://www.plateforme-biocarburants.ch/accueil/index.php>. (Consulté le 01/06/2012). Ce site a été depuis fermé, cette adresse appartient désormais à un site de vente de véhicules.

#### **Base de données:**

- Banque mondiale : <http://go.worldbank.org/K2CKM78CC0>
- Base de données de l'OCDE et la FAO Perspectives agricoles 2011- 2020 : <http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=30108&vh=0000&vf=0&l&il=blank&lang=fr>
- Earth Policy Institute en ligne: [http://www.earth-policy.org/data\\_center/C24](http://www.earth-policy.org/data_center/C24)
- FAOSTAT en ligne: <http://faostat.fao.org/default.aspx>.
- IEA International Energy Agency : <http://www.iea.org/stats/index.asp>

## ANNEXES :

### Annexe Chapitre 1 :

A.1.1 Estimation du coût de production du biodiesel

1 Détail des coûts de production de biodiesel à partir de Colza :

<b>A. Frais d'exploitation</b>	<b>Coût/litre</b>
<b>1. Coûts des intrants</b>	
1.011 Mat. Prem. Huile de canola	0,95317701
1.012 Recette des tourteaux de canola	-
	0,49356042
1.02 Méthanol	0,12715839
1.03 Catalyseur	0,00881813
<b>Total partiel - Coûts des intrants</b>	<b>0,59559311</b>
<b>2. Autres frais d'exploitation</b>	
2.01 Électricité	0,0549444
2.02 Entretien	0,04916667
2.03 Administration (divers)	0,13333333
2.04 Assurance	0,00983333
2.05 Impôts fonciers	0,0085
<b>Total partiel - Frais d'exploitation</b>	<b>0,25577773</b>
2.06 Intérêts - Crédit de fonctionnement	0,0074
<b>Total - Frais d'exploitation</b>	<b>0,85877084</b>
<b>B. Frais fixes</b>	
<b>3. Amortissement</b>	
3.01 Bâtiments	0,015
3.02 Machinerie et équipement	0,098
<b>4. Immobilisations</b>	
4.01 Bâtiments	0,0055
4.02 Machinerie et équipement	0,02695
4.03 Terres	0,007
<b>Total - Frais fixes</b>	<b>0,15245</b>
<b>Total - Frais d'exploitation et frais fixes</b>	<b>1,01122084</b>
<b>C. Main d'œuvre</b>	<b>0,26453333</b>
<b>Total - Coûts de production</b>	<b>1,27575417</b>

2 Détail des coûts de production de biodiesel à partir de Soja :

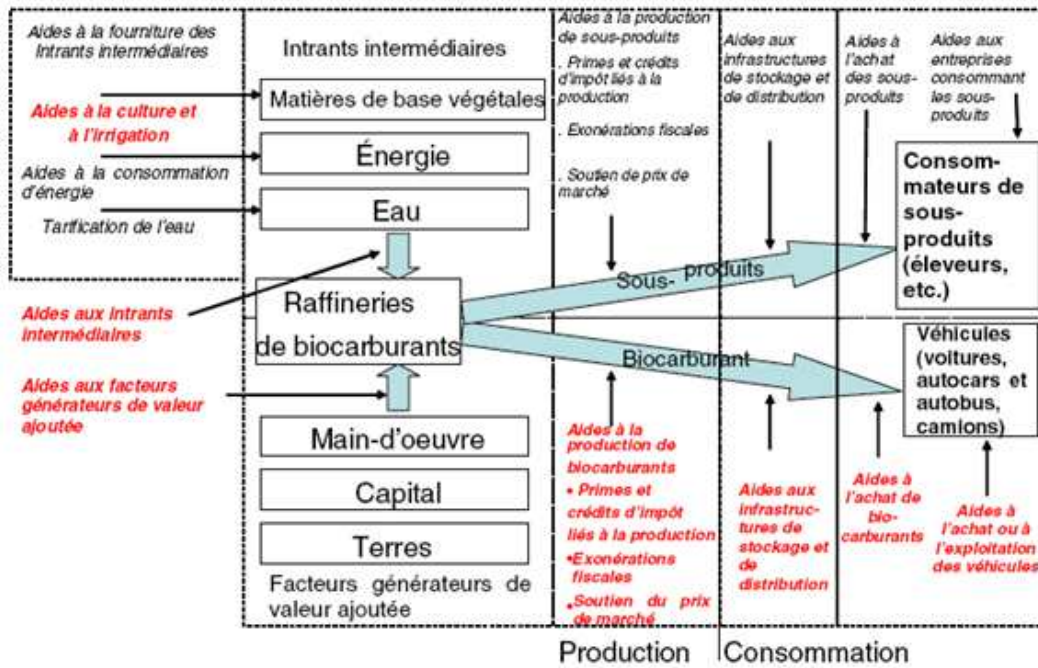
<b>A. Frais d'exploitation</b>	<u>Coût/litre</u>
<b>1. Coûts des intrants</b>	
1.011 Mat. Prem. Huile de soya	\$2,6425
1.012 Recette des tourteaux de Soya	-\$3,4495
1.02 Méthanol	\$0,1279
1.03 Catalyseur	<u>\$0,0089</u>
<b>Total partiel - Coûts des intrants</b>	-\$0,6703
<b>2. Autres frais d'exploitation</b>	
2.01 Électricité	\$0,1777
2.02 Entretien	\$0,0633
2.03 Administration (divers)	\$0,1333
2.04 Assurance	\$0,0127
2.05 Impôts fonciers	<u>\$0,0030</u>
<b>Total partiel - Frais d'exploitation</b>	\$0,3901
2.06 Intérêts - Crédit de fonctionnement	<u>\$0,0113</u>
<b>Total - Frais d'exploitation</b>	-\$0,2689
<b>B. Frais fixes</b>	
<b>3. Amortissement</b>	
3.01 Bâtiments	\$0,0165
3.02 Machinerie et équipement	\$0,1300
<b>4. Immobilisations</b>	
4.01 Bâtiments	\$0,0061
4.02 Machinerie et équipement	\$0,0358
4.03 Terres	\$0,0070
<b>Total - Frais fixes</b>	<u>\$0,1953</u>
<b>Total - Frais d'exploitation et frais fixes</b>	-\$0,0736
<b>C. Main d'œuvre</b>	\$0,3265
<b>Total - Coûts de production</b>	\$0,2529

Ministère canadien de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales.

[http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/bio\\_cop.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/bio_cop.htm)

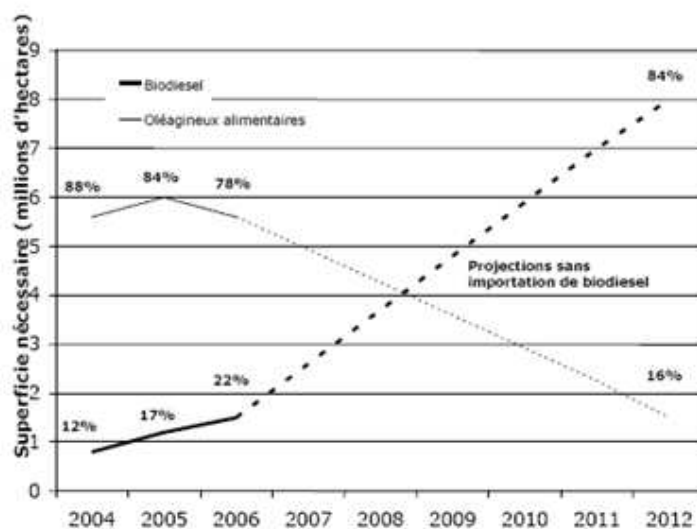
## Annexe chapitre 2 :

### A.2.1 Aides accordées aux différents maillons de la chaîne d'approvisionnement en biocarburants.



Source : Initiative mondiale sur les subventions.

### A.2.2 Proportion des superficies plantées et à planter en oléagineux pour atteindre les objectifs fixés par l'Union Européenne en matière de biocarburants.



Source : Jank et al. (2007).



## Annexe chapitre 3 :

### A.3.1 Données exposées dans l'Article du The Guradian.

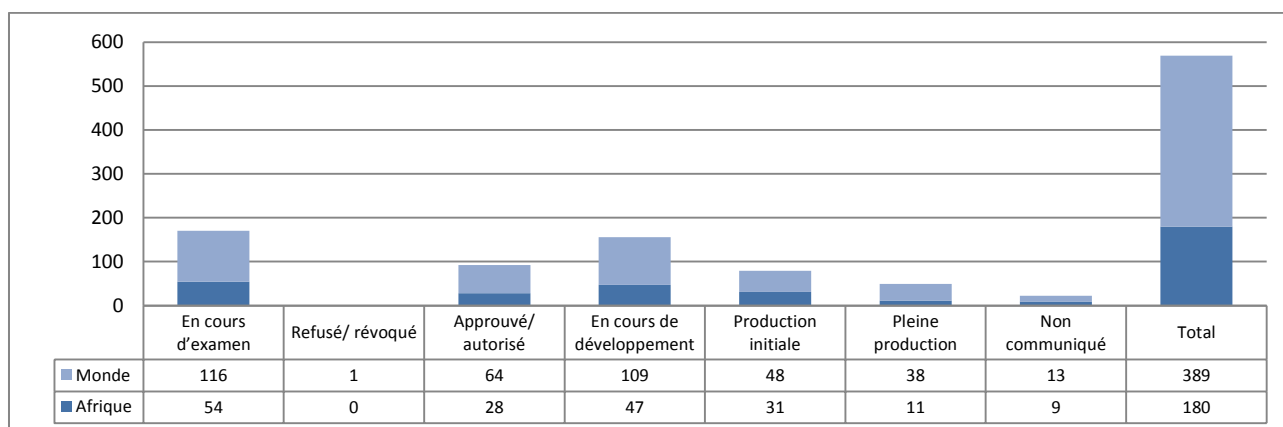
COUNTRY OF ORIGIN	NUMBER OF COMPANIES	COUNTRIES WITH LAND CONCESSIONS
UK	11	Ghana, Guinea, Liberia, Madagascar, Malawi, Mali, Mozambique, Namibia, Senegal, Tanzania, Zambia
Italy	7	Congo Brazzaville, Ethiopia, Ghana, Guinea, Kenya, Senegal,
Germany	6	Ethiopia, Ghana, Madagascar, Mali, Kenya, Tanzania, Zambia,
France	6	Benin, Burkina Faso, Cameroon, Guinea, Mali, Mozambique Senegal, Togo
USA	4	Burkina Faso, Ethiopia, Mali, Mozambique, Kenya, Tanzania, Sierra Leone, Togo, Uganda
Canada	4	DR Congo Malawi, Mozambique, Kenya, Zambia
Scandinavian countries	4	Ghana, Tanzania
Belgium	3	Cameroon, Ethiopia, Tanzania
Switzerland	3	Malawi, Kenya, Sierra Leone
Netherlands	2	Tanzania
Cyprus	1	Ghana, IvoryCoast
UK COMPANY	LAND CONCESSION	COUNTRIES WITH LAND CONCESSIONS
Crest Global Green Energy	900000	Guinea, Mali, Senegal
Gem Biofuels	452500	Madagascar
Equatorial Biofuelsplc	80000	Liberia
KavangoBioenergy Ltd	70000	Namibia
Jatropha africa	50000	Ghana
Cams Group	20000	Tanzania
Principleenergy	20000	Mozambique
Sun Biofuels	13000	Mozambique, Tanzania

D1 Oils	5000	Malawi, Zambia
Viridesco	175	Mozambique
SustainableAgroenergy	n.a.	Senegal

Remarques : Source: data research, not including unverified projects, concessions include all negotiated land, whether it is only agreed, formally leased or already used.

Source : Damian Carington et Stefano Valentino. The guardian. "Biofuels boom in Africa as British firms lead rush on land for plantations".

### A.3.2 Mise en œuvre du projet (Données d'Arezki et al.)



Source : compilation de Rabah Arezki, Klaus Deininger, Harris Selod d'après les articles de journaux recensés par le site Grain, [www.grain.org](http://www.grain.org).

### A.3.3 Caractéristiques de quelques grandes familles de modèles mondiaux agricoles couramment utilisés :

Type de modèle	Avantages	Limites
Modèle d'équilibre partiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipulation facile des données</li> <li>- Transparence des relations économétriques</li> <li>- Facilité du recoupement d'expert pour chaque marché</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marchés de facteurs non bouclés</li> <li>- Pas d'effets revenus</li> <li>- Pas d'effet de substitution avec des biens non agricoles</li> <li>- Pas de représentation du secteur de l'énergie</li> </ul>
Modèle d'équilibre général	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Représentation de tous les marchés (agriculture, énergie, biocarburants)</li> <li>- Bouclage des marchés de facteurs</li> <li>- Bouclage macro-économiques (effet revenus, termes de l'échange)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Données moins facilement manipulables</li> <li>- Beaucoup de paramètres nécessaires</li> <li>- Outils plus lourds avec risque d'effet « boîte noire »</li> </ul>

Source : Valin H. 2010. La quantification des effets du développement des filières biocarburants à l'échelle mondiale. Sud Science et Technologie, n° 19&20, décembre 2010.

### **A.3.4 Détail des études exposées dans le tableau : Résultats des modèles d'analyse d'impacts prix des biocarburants (scénarios centraux).**

#### **1 - IMPACT 07 (Msangi et al., 2007)**

Ce papier étudie à l'aide du modèle IMPACT de l'IFPRI l'impact d'une mise en place de biocarburants à l'échelle mondiale, sous la forme d'éthanol et pour l'Europe d'une part de biodiesel. Plusieurs cas sont distingués. Dans un premier scénario, les objectifs sont réalisés à travers l'utilisation de biocarburants de première génération seuls. L'augmentation des prix est alors significative : +41 % pour le maïs au niveau mondial en 2020, +30 % pour le blé, +66 % pour la canne à sucre et +76 % pour les oléagineux. Dans un second scénario, la seconde génération est introduite et vient modérer ces augmentations en fournissant la production marginale à partir de 2015: on obtient alors en 2020 +29 % pour le maïs, +21 % pour le blé, +49 % pour la canne à sucre et +45 % pour les oléagineux. Un troisième scénario fait l'hypothèse de gains de productivité, notamment dans les pays du Sud (pour une moyenne de +5 % sur le maïs et +4 % sur le blé au niveau mondial sur la période) : les prix augmentent alors de +23 % pour le maïs, +16 % pour le blé, +43 % pour la canne à sucre et +43 % pour les oléagineux.

#### **2 - IMPACT 08 (Von Braun et al., 2008)**

Cette seconde étude, de l'IFPRI évalue un scénario différent du précédent : un premier scénario fait l'hypothèse d'une poursuite des programmes de biocarburants suivant les objectifs annoncés et prévoit à horizon 2020 des augmentations de +26 % pour le maïs, +8 % pour le blé, et 18 % pour les oléagineux. Un scénario plus radical est étudié où les objectifs sont doubles : les résultats obtenus sont alors de +72 % pour le maïs, +20 % pour le blé et +44 % pour les oléagineux.

#### **3 - OCDE 06 (OCDE, 2006)**

L'OCDE a également de son côté, conduit plusieurs évaluations de moyen terme, à l'aide du modèle d'équilibre partiel AgLink. En faisant l'hypothèse que les objectifs de politiques d'incorporation sont suivis par les différents pays, les prix sont sensiblement tirés à la hausse à horizon 2014, avec une augmentation de +2,5 % pour le maïs, +4,4 % pour le blé et +12,9 % pour les huiles végétales. D'autres scénarios sont évalués avec des hypothèses de hausse de prix du pétrole (cible de 60 dollars le baril, largement dépassée depuis). Les prix sont alors bien supérieurs, car la demande solvable de biocarburants dynamise la production. On observe alors des augmentations de +19 % pour le maïs, +17 % pour le blé et +22 % pour les huiles végétales. Mais l'impact des politiques publiques d'incorporation dans ce second scénario reste marginal par rapport à l'effet de marche lié à la hausse du prix du pétrole.

#### **4 - OCDE 08 (OCDE, 2008)**

Un second jeu de scénario est présenté dans un rapport plus récent. Dans un premier temps, l'impact d'un retrait des politiques de soutien et de protection aux échanges pour les biocarburants est considéré. Le scénario sur les prix du pétrole est pessimiste avec un prix du baril stable à 90-100 dollars sur la période. Celui-ci se traduit par une chute de la production mondiale à horizon 2015 de près de -19 % pour l'éthanol aux Etats-Unis et de -83 % pour le biodiesel européen. Les prix chutent alors sur les marchés mondiaux de 5 % pour le blé, de -7 % pour le maïs, de -3 % pour les oléagineux et de -16 % pour les huiles végétales. A contrario, lorsqu'un scénario d'incorporation obligatoire de biocarburant est introduit pour les Etats-Unis et l'Union Européenne, les effets à horizon

2015 par rapport à la situation de référence où seuls jouent les effets de marches sont de +2 % pour le blé, +5 % pour le maïs, +4 % pour les oléagineux, et +14 % pour les huiles végétales.

#### **5 - USDA ERS (Peters et al., 2009)**

Plusieurs estimations de l'USDA, à l'aide du modèle d'équilibre partiel PEATSim, fournissent également une idée de la magnitude des changements de prix observés. Le scénario central évalue l'impact d'une augmentation de 20% de la demande américaine de biocarburant à horizon 2019 et calcule que les impacts sur les marchés mondiaux seraient de +3 % pour le maïs, +1 % pour le blé et +1 % pour les oléagineux. Un second scénario rajoute une augmentation de 10 % de la demande en biodiesel en Europe et de 20 % de la demande en éthanol au Brésil. L'augmentation de prix observée pour les intrants du biodiesel est alors de +5 % pour les oléagineux et de +9 % pour les huiles végétales.

#### **6 - LEITAP (Banse et al., 2008)**

Cette étude évalue l'impact de la politique d'incorporation obligatoire européenne à l'aide d'une approche en équilibre général appliquée. Les résultats à l'horizon 2020 sont une augmentation de 6 % du prix des céréales et de 8 % pour les oléagineux. Le prix du pétrole ne joue pas un rôle majeur dans cette étude avec une évolution limitée (+8 % entre 2001 et 2020). Aucune information n'est cependant fournie sur la composition de la consommation européenne entre éthanol et biodiesel.

#### **7 - CARD (Elobeid et al., 2006)**

Pour cette étude en équilibre partielle, les chercheurs d'Iowa State University modélisent l'impact du développement de la production américaine. Ils calculent qu'avec un déploiement des capacités de production d'éthanol mais à hauteur de 31,5 milliards de gallons et un prix stable à 60-65 dollars le baril, le prix du maïs augmente alors de 58 %, celui du blé de 20 % tandis que le prix du soja baisse de -5 % en raison de la concurrence avec les coproduits.

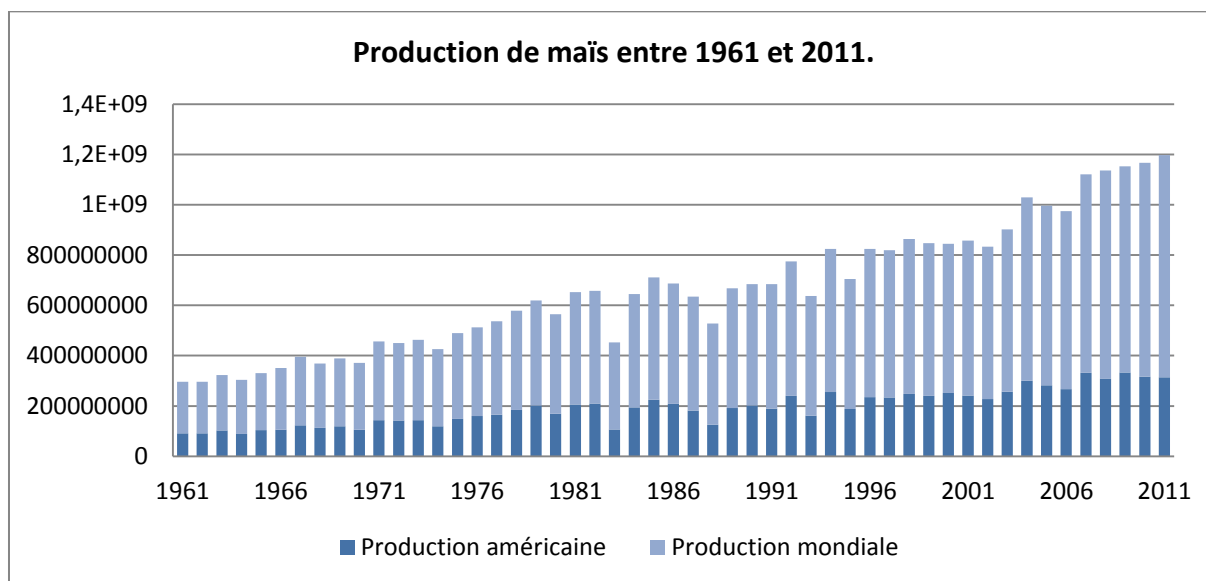
#### **8 - FAPRI (Hayes et al., 2009)**

Dans cette étude, les chercheurs du FAPRI réutilisent le modèle d'Iowa State couplé avec le modèle de Missouri State University et conduisent de nouvelles analyses de politique économique, notamment par rapport au prix de l'énergie. Le choc effectué conduit à une augmentation marginale de 8,5 milliards de gallon d'éthanol, ce qui mène à une augmentation de prix du maïs de 20 %, les prix du blé et du soja augmentant de 9 %.

9 - IIASA (IIASA, 2009)

Cette étude utilise le modèle World Food System (WFS) de l'IIASA, pour évaluer les impacts de politiques mondiales de biocarburants. Plusieurs scénarii sont appliqués : dans des scénarii d'utilisation de biocarburants tels qu'annoncé par l'IEA (95 Mtep en 2020), les prix en 2020 des produits agricoles ont augmenté de 11 % pour le blé, 11 % pour le maïs et 11 % pour les autres cultures alimentaires dans l'hypothèse d'une arrivée des technologies de seconde génération en 2015. Pour un scénario de première génération pure, les augmentations sont alors de +12 % pour le blé, +18 % pour le maïs, et +12 % pour les autres cultures alimentaires. Un scénario plus fort est estimé où toutes les politiques annoncées sont prises en compte (189 Mtep en 2020). Avec un soutien de la seconde génération à partir de 2015, les prix à horizon 2020 sont plus élevés de +32 % pour le blé, +51 % pour le maïs et +32 % pour les autres cultures alimentaires.

### A.3.5 Illustration de la part de production américaine de maïs dans le monde.



Source : base de données FAOSTAT.

### A.3.6 Production de maïs américain pour la consommation animale, l'éthanol et l'exportation 1980 à 2012.

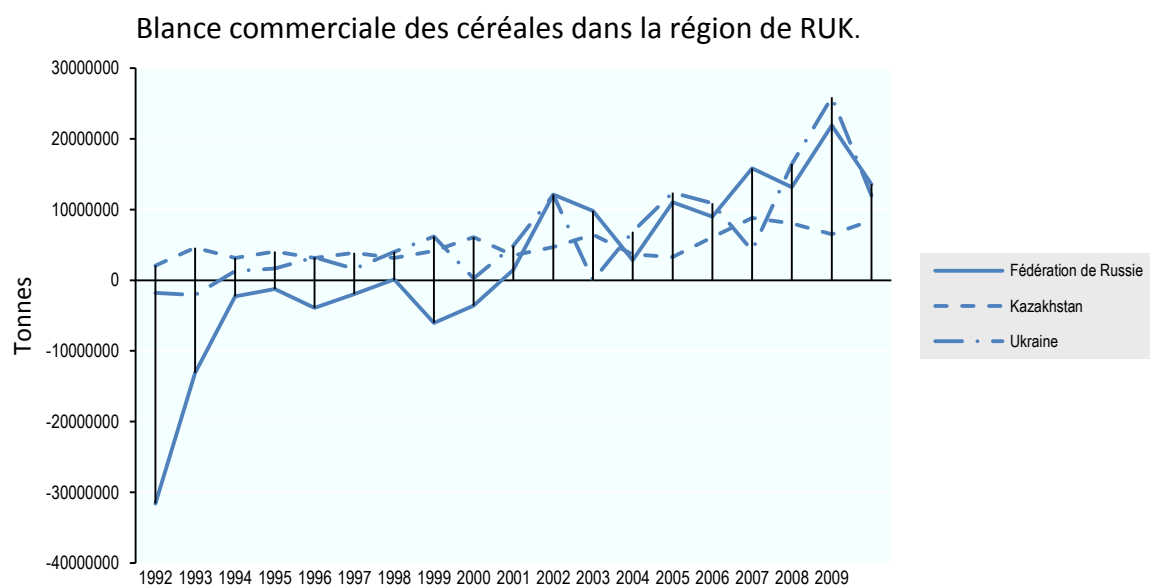
U.S. Corn Production and Use for Feedgrain, Fuel Ethanol, and Exports, 1980-2012.

Year	Production	Feedgrain Use	Fuel Ethanol Use	Exports	Share of Corn Used for Fuel Ethanol	Share of Total U.S. Grain Used for Fuel Ethanol
Million Tons				Percent		
1980	169	108	1	61	0,5	0,3
1981	206	108	2	51	1,1	0,7
1982	209	116	4	46	1,7	1,1
1983	106	98	4	48	3,8	2,0
1984	195	105	6	47	3,0	1,9
1985	225	105	7	31	3,1	2,0
1986	209	118	7	38	3,5	2,4
1987	181	122	7	44	3,9	2,5
1988	125	100	7	52	5,8	3,6
1989	191	111	8	60	4,3	2,9
1990	202	117	9	44	4,4	2,9
1991	190	122	10	40	5,3	3,6

1992	241	133	11	42	4,5	3,1
1993	161	119	12	34	7,2	4,5
1994	255	139	14	55	5,3	3,8
1995	188	119	10	57	5,3	3,7
1996	235	134	11	46	4,6	3,3
1997	234	138	12	38	5,3	3,7
1998	248	138	13	50	5,3	3,8
1999	240	143	14	49	6,0	4,3
2000	252	148	16	49	6,4	4,7
2001	241	149	18	48	7,4	5,6
2002	228	141	25	40	11,1	8,6
2003	256	147	30	48	11,6	8,6
2004	300	156	34	46	11,2	8,7
2005	282	155	41	54	14,4	11,2
2006	268	141	54	54	20,1	16,0
2007	331	149	77	62	23,4	18,8
2008	307	132	94	47	30,7	23,5
2009	333	130	117	50	35,1	28,0
2010	316	122	127	47	40,3	32,1
2011	314	116	127	39	40,5	33,1
2012	274	113	114	24	41,7	32,3

Source: Compiled by Earth Policy Institute from U.S. Department of agriculture (USDA), *Production, Supply, & Distribution*, electronic database, at [www.fas.usda.gov/psdonline](http://www.fas.usda.gov/psdonline), updated 11 January 2013; corn for ethanol from USDA, *Feedgrains Database*, electronic database at [www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database.aspx](http://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database.aspx), updated 14 December 2012.

### A.3.7 Evolution de la balance commerciale des céréales en Russie, Ukraine, Kazakhstan (1992-2010).



Source : base de données en ligne FAOSTAT. Dernière mise à jour août 2012.

### A.3.8 Les parts des exportations des céréales dans le monde (1980-2010).

Régions	Moyenne des exportations des céréales par décennie		
	1980-1989	1990-1999	2000-2010
<b>Monde + (Total)</b>	225511197	244481312	3272811501
<b>Afrique + (Total)</b>	3269005,1	3004471,5	32432086
<b>Amériques + (Total)</b>	135593623	128746373	1539099818
--Amérique Nordique + (Total)	120371849	111946613	1175508718
--Caraïbes + (Total)	25026,8	105722,2	815830
--Amérique du Sud + (Total)	15100906,8	16414585,3	352171671
<b>Asie + (Total)</b>	16867400,3	28321562,3	484907820
<b>Europe + (Total)</b>	53154958,2	67523752,9	1018138415
--Europe de l'Est + (Total)	5330868	7694995,7	360531250
--Europe de l'Ouest + (Total)	33516253,9	44027720,2	504372972
<b>Océanie + (Total)</b>	16626210,4	16885152,4	198233362

Base de données FAOSTAT. Dernière mis à jour Aout 2012.

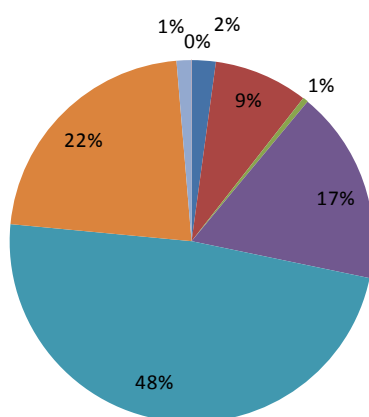
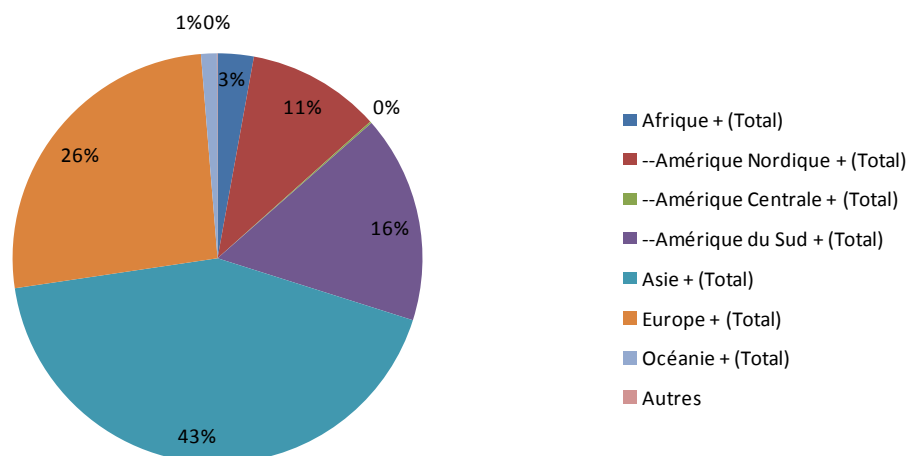
### A.3.9 Les parts des exportations des graines oléagineuses dans le monde (1980-2010).

Régions	1980-1989	1990-1999	2000-2010
<b>Afrique + (Total)</b>	495717,3	646522,6	1047610,18
<b>Amérique Nordique + (Total)</b>	24094244,6	25959099,3	40124143,5
<b>Amérique Centrale + (Total)</b>	76037,5	95814,1	133837,545
<b>Caraïbes + (Total)</b>	777	100	892,454545
<b>Amérique du Sud + (Total)</b>	5236060,9	10476028,1	33497786,8
<b>Asie + (Total)</b>	1889418,7	1927576,5	2144869
<b>Europe de l'Est + (Total)</b>	407636,9	2126397	4588326
<b>Europe de l'Ouest + (Total)</b>	1985723,6	4047891,6	5261407,91
<b>Océanie + (Total)</b>	291866,1	761842,5	1351457,91
<b>Autres</b>	588091,6	644437,3	1121834,18

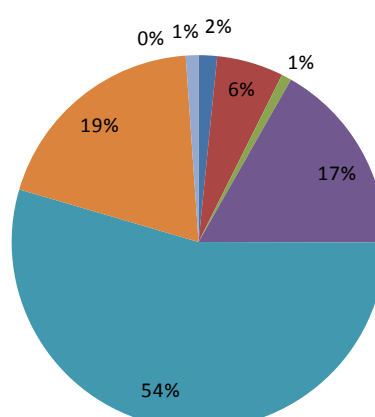
Base de données FAOSTAT. Dernière mis à jour Aout 2012.

### A.3.10 Les parts des exportations des huiles végétales dans le monde (1980-2010).

Parts des exportations d'huiles végétales dans le monde (1980-1989).



1990-1999.



2000-2010.

Régions	1980-1989	1990-1999	2000-2010.
<b>Monde + (Total)</b>	15638811	26607430,4	51401009,4
<b>Afrique + (Total)</b>	445349,7	572693,2	820641,909
<b>Amériques + (Total)</b>	4236486	6954264,4	12059948,8
--Amérique Nordique + (Total)	1648095	2235487,9	2968185,73
--Amérique Centrale + (Total)	21573,4	128360,5	445897,818
--Caraïbes + (Total)	7615,8	8571,4	5568,18182
--Amérique du Sud + (Total)	2559202	4581844,6	8640297,09
<b>Asie + (Total)</b>	6688803	12835063,7	28009356,5
<b>Europe + (Total)</b>	4073290	5899973,8	9952693,27
--Europe de l'Est + (Total)	427002,4	523907,7	2259805,73
--Europe de l'Ouest + (Total)	2523587	3803643,4	5142753,82
<b>Océanie + (Total)</b>	194881,7	345435,3	558368,909

Base de données FAOSTAT. Dernière mise à jour Aout 2012.

### A.3.11 Commerce mondial de Soja de 2001 à 2010. FAPRI

	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12
<b>Net Exporters (Thousand Metric Tons)</b>											
<b>Argentina</b>	5 709	8 241	6 204	8 876	6 665	7 574	10 885	4 349	13 087	9 192	10 800
<b>Brazil</b>	14 925	18 701	18 899	22 067	24 909	23 636	24 403	28 463	28 873	33 700	32 750
<b>Canada</b>	-480	75	301	738	977	1 449	1 444	1 630	1 872	2 700	2 280
<b>India</b>	1	5	239	6	6	1	12	55	10	10	10
<b>Paraguay</b>	2 281	3 060	2 652	2 918	2 001	3 892	4 570	2 212	5 330	6 365	5 780
<b>United States</b>	28 885	28 297	23 977	29 710	25 489	30 141	31 269	34 455	40 389	40 470	35 653
<b>Total Net Exports</b>	51 890	59 840	52 272	64 317	61 793	66 693	72 933	73 588	90 407	92 888	90 530
<b>Net Importers</b>											
<b>China</b>	10 085	21 152	16 614	25 412	27 963	28 280	37 363	40 698	50 154	52 149	56 300
<b>European Union</b>	18 634	16 920	14 650	14 504	13 888	15 133	15 092	13 191	12 393	12 845	12 570
<b>Japan</b>	5 023	5 087	4 688	4 295	3 962	4 087	4 009	3 396	3 401	2 917	2 950
<b>Mexico</b>	4 510	4 229	3 794	3 639	3 667	3 844	3 614	3 327	3 523	3 450	3 500
<b>South Korea</b>	1 434	1 516	1 368	1 240	1 190	1 231	1 232	1 167	1 197	1 239	1 260
<b>Taiwan</b>	2 578	2 351	2 218	2 256	2 498	2 436	2 148	2 216	2 469	2 400	2 600
<b>Other Africa</b>	783	696	692	1 409	1 287	1 896	1 422	1 840	1 693	1 628	1 773
<b>Other Americas</b>	1 314	1 043	897	563	533	337	143	-411	-846	-451	-705
<b>Other Asia</b>	6 395	6 203	6 266	6 976	6 519	7 311	7 223	6 739	8 126	8 303	9 333
<b>Other Europe</b>	641	584	429	466	286	38	687	1 014	1 240	488	244
<b>Other Oceania</b>	13	58	7	-2	0	9	1	-4	1	1	1
<b>Residual</b>	-89	-1 461	649	3 557	-1 746	2 090	-350	-2 008	6 210	7 469	-2 552
<b>Total Net Imports</b>	51 890	59 840	52 272	64 317	61 793	66 693	72 933	73 588	90 407	92 888	90 530

Source: Base de données FAPRI-ISU 2011 World Agricultural Outlook. <http://www.fapri.org/outlook/2011/>

### A.3.12 Les exportations d'huiles de soja dans le monde (2000-2012).

	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12
<b>Exportateurs nets (en milliers de tonnes)</b>												
<b>Argentine</b>	3 080	3 630	3 920	4 238	4 757	5 597	5 911	5 789	4 662	4 277	5 104	5 316
<b>Brésil</b>	1 580	1 800	2 450	2 490	2 694	2 394	2 298	2 288	1 579	1 330	1 280	1 199
<b>Paraguay</b>	134	156	200	249	108	182	336	396	226	248	269	257
<b>Etats-Unis</b>	602	1 122	1 005	286	589	507	834	1 291	954	1 476	1 173	879
<b>Autres Europe</b>	-441	-576	-165	-44	-21	28	59	-19	202	283	289	261
<b>Total exportations</b>	<b>6 272</b>	<b>7 538</b>	<b>8 257</b>	<b>7 757</b>	<b>8 491</b>	<b>8 708</b>	<b>9 438</b>	<b>9 764</b>	<b>7 989</b>	<b>7 618</b>	<b>8 135</b>	<b>7 930</b>

Source: Base de données FAPRI-ISU 2011 World Agricultural Outlook. <http://www.fapri.org/outlook/2011/>

### A.3.13 Les exportations d'huile de palme dans le monde (2000-2012).

	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12
<b>Exportateurs nets (milliers de tonnes)</b>												
<b>Malaisie</b>	10 414	10 174	11 309	10 824	12 343	12 185	12 497	13 975	14 438	14 280	14 850	15 084



<b>Indonésie</b>	4	5 971	6 417	7 851	9 602	11	11	13	15	16	17	19
	773					656	416	962	943	145	945	550
<b>Autres Océanie</b>	173	173	182	194	211	189	230	248	307	300	291	300
<b>Total exportations</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>34</b>
	<b>360</b>	<b>318</b>	<b>908</b>	<b>869</b>	<b>156</b>	<b>030</b>	<b>143</b>	<b>185</b>	<b>688</b>	<b>725</b>	<b>086</b>	<b>934</b>

Source: Base de données FAPRI-ISU 2011 World Agricultural Outlook. <http://www.fapri.org/outlook/2011/>

## Annexe chapitre 4 :

### A.4.1 PRG – Pouvoir de réchauffement Global :

Les différents gaz ne contribuent pas tous à la même hauteur à l'effet de serre. En effet, certains ont un pouvoir de réchauffement plus important que d'autres et/ou une durée de vie plus longue. La contribution à l'effet de serre de chaque gaz se mesure grâce à son pouvoir de réchauffement global (PRG).

Le pouvoir de réchauffement global d'un gaz se définit comme le forçage radiatif (c'est à dire la puissance radiative que le gaz à effet de serre renvoie vers le sol), cumulé sur une durée de 100 ans. Cette valeur se mesure relativement au CO<sub>2</sub>, gaz de référence.

Gaz	PRG relatif à 100 ans / CO <sub>2</sub>
Dioxyde carbonique (CO <sub>2</sub> )	1
Méthane (CH <sub>4</sub> )	23
Protoxyde d'azote (N <sub>2</sub> O)	296
Perfluorocarbures (C <sub>n</sub> F <sub>2n+2</sub> )	5 700 à 11 900
Hydrofluorocarbures (C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> F <sub>p</sub> )	12 à 12 000
Hexafluorure de soufre (SF <sub>6</sub> )	22 200

Ainsi, si on émet 1 kg de méthane dans l'atmosphère, on produira le même effet, sur un siècle, que si on avait émis 23 kg de dioxyde de carbone ; si on émet 1 kg d'hexafluorure de soufre dans l'atmosphère, on produira le même effet, sur un siècle, que si on avait émis 23 900 kg de dioxyde de carbone.

Source : ADEME. Glossaire économie d'énergie. En ligne. Disponible sur :

<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=12843&p1=16&p2=12564>

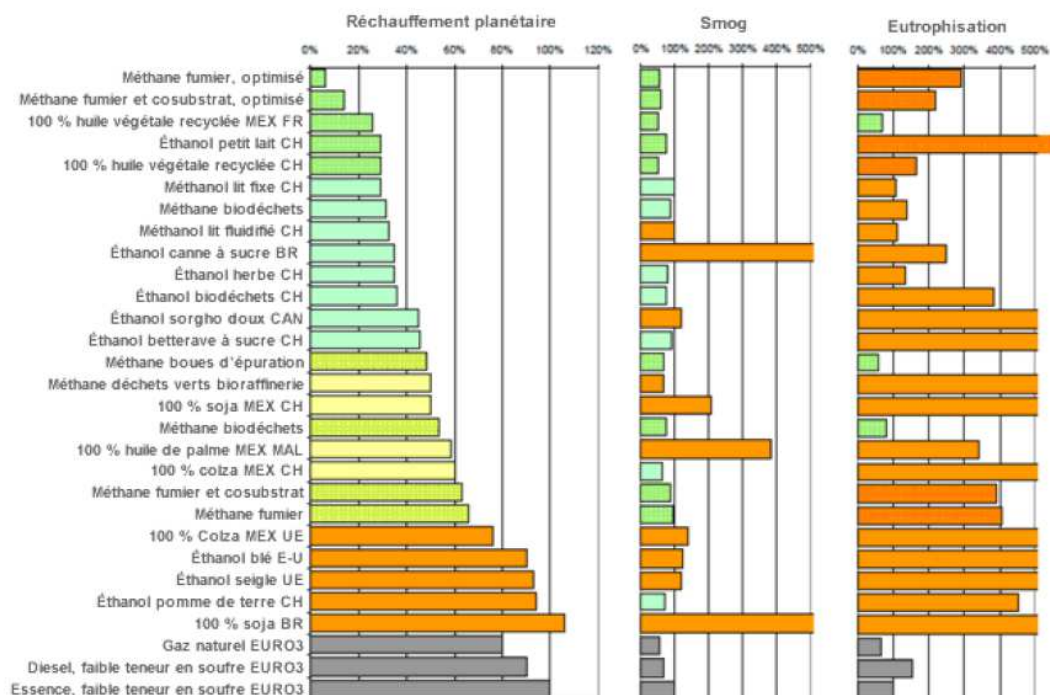
#### A.4.2 Niveaux d'émissions et étapes contributrices pour deux filières éthanol et une ETBE en terme de potentiel de toxicité humaine.

	E10 de Blé		E10 de Betterave		E10, ETBE de Blé	
	kg eq 1,4-DB / MJ d'éthanol	% du total	kg eq 1,4-DB / MJ d'éthanol	% du total	kg eq 1,4-DB / MJ d'éthanol	% du total positif, et % du total négatif
<b>TOTAL</b>	5,11E-02		3,31E-02		4,91E-02	
Phase agricole	3,44E-02	67%	1,6E-02	48%	3,5E-02	68%
Phase industrielle	2,93E-03	6%	3,2E-03	10%	3,0E-03	6%
Phase transport	7,79E-04	2%	1,0E-03	3%	7,9E-04	2%
Phase ETBE					-2,6E-03	-100%
Phase véhiculé	1,3E-02	25%	1,3E-02	39%	1,3E-02	25%

Source : ADEME 2010. ACV biocarburants première génération en France. pp173-174.

#### A.4.3 Etude d'impact des biocarburants sur leur cycle de vie par rapport aux combustibles fossiles, eu égard à différents problèmes d'environnement.

Graphique 4.6 : Étude d'impact des biocarburants sur leur cycle de vie par rapport aux combustibles fossiles, eu égard à différents problèmes d'environnement



Source : Zah et al. 2007

#### A.4.4 Résultats complets par km parcouru, ensemble des filières (ADEME 2010).

		Energie primaire non renouvelable	Emissions de gaz à effet de serre	Oxydation photochimique	Toxicité humaine	Eutrophisation
		MJf/km	kg eq CO <sub>2</sub> /km	kg eq C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /km	kg eq 1,4-DB /km	kg eq PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /km
B0	B0, euro 4	2,12	1,55E-01	1,91E-05	7,01E-01	6,30E-05
E0	E0, euro 4	2,69	1,98E-01	4,40E-05	4,51E-02	3,97E-05
éthanol de betterave	E10 de betterave	2,60	1,89E-01	4,01E-05	4,70E-02	6,62E-05
	E85 de betterave	1,60	1,01E-01	5,46E-05	6,70E-02	3,46E-04
	ETBE d'E10 de betterave	2,66	1,93E-01	4,01E-05	4,66E-02	6,49E-05
éthanol de blé	E10 de blé	2,60	1,92E-01	4,01E-05	4,97E-02	9,88E-05
	E85 de blé	1,64	1,28E-01	5,45E-05	9,83E-02	7,22E-04
	ETBE d'E10 de blé	2,66	1,95E-01	4,00E-05	4,94E-02	9,79E-05
éthanol de maïs	E10 de maïs	2,60	1,91E-01	4,00E-05	4,82E-02	9,40E-05
	E85 de maïs	1,57	1,17E-01	5,40E-05	8,16E-02	6,67E-04
	ETBE d'E10 de maïs	2,65	1,94E-01	4,00E-05	4,79E-02	9,31E-05
éthanol de canne à sucre	E10 de canne à sucre	2,54	1,88E-01	6,21E-05	4,73E-02	6,99E-05
	E85 de canne à sucre	0,885	9,20E-02	3,08E-04	7,13E-02	3,88E-04
	ETBE d'E10 de canne à sucre	2,59	1,92E-01	6,23E-05	4,70E-02	6,86E-05
biodiesel de soja	B10 de soja	1,98	1,44E-01	1,92E-05	5,32E-01	8,55E-05
	B30 de soja	1,71	1,21E-01	1,98E-05	5,39E-01	1,29E-04
biodiesel de tournesol	B10 de tournesol	1,99	1,45E-01	1,97E-05	5,34E-01	1,19E-04
	B30 de tournesol	1,71	1,23E-01	2,11E-05	5,45E-01	2,31E-04
biodiesel de colza	B10 de colza	1,99	1,47E-01	1,97E-05	5,33E-01	1,15E-04
	B30 de colza	1,73	1,29E-01	2,12E-05	5,41E-01	2,19E-04
biodiesel de palme	B10 de palme	1,97	1,44E-01	1,86E-05	5,33E-01	8,62E-05
	B30 de palme	1,65	1,22E-01	1,78E-05	5,42E-01	1,32E-04
EMHAU	B10 de EMHAU	1,96	1,42E-01	1,81E-05	5,28E-01	6,51E-05
	B30 de EMHAU	1,63	1,15E-01	1,62E-05	5,27E-01	6,73E-05
EMGA	B10 de EMGA, sans préparation des graisses	1,96	1,42E-01	1,80E-05	5,28E-01	6,53E-05
	B30 de EMGA, sans préparation des graisses	1,63	1,15E-01	1,61E-05	5,27E-01	6,80E-05
HVP 100	HVP100	0,404	5,68E-02	1,02E-05	7,50E-01	6,17E-04

Source : ADEME 2010. ACV biocarburants première génération en France. p126.

#### A.4.5 Scenarios des changements d'affectation des sols :

##### Scenarii Changement d'Affectation Direct

##### Description des scenarii pour l'ordre de grandeur maximal

Cette situation correspondrait au remplacement d'un ha de forêt primaire tropicale humide par un hectare de canne à sucre ou de palmier à huile, en supposant que toutes les émissions de CO<sub>2</sub> générées seraient affectées à la canne à sucre avec un lissage sur 20 ans. Pour le palmier à huile, on peut noter que l'effet de la déforestation serait plus réduit que pour la canne à sucre du fait de plusieurs facteurs :

- un stockage plus important de carbone dans la culture,
- la substitution par son coproduit, le tourteau de palmiste, de tourteaux de soja eux-mêmes potentiellement issus d'ex forêts humides. En effet, 1 ha de palmier produit l'équivalent en tourteau de 0,17 ha de soja en matière de tourteaux et compense avec 10% de sa production la production d'huile de soja non produite. Pour le soja, ce scénario correspondrait aussi au défrichage d'un hectare de forêt primaire, une partie cependant étant

compensée par le tourteau supplémentaire mis à disposition. Attention, il s'agit ici d'une part seulement du soja importé en Europe, seul le soja Brésilien étant porteur de CAS direct.

### **Description des scénarii intermédiaires**

Ces valeurs correspondraient au remplacement d'un ha de forêt dégradée par un hectare de canne à sucre ou de palmier, où toutes les émissions de CO<sub>2</sub> seraient affectées à la canne avec un lissage sur 20 ans. Il convient aussi pour des panachages plus mixtes entre forêts primaires, avec partiellement des sols tourbeux, et des terres en cultures.

### **Description des scénarii modérés**

Pour la canne à sucre et le palmier à huile, cette configuration pourrait être atteinte dans les conditions suivantes. Contrairement au scénario maximal, il ne s'agit plus de substituer en totalité l'huile nécessaire pour la fabrication d'EMHV, mais seulement 80% de celle-ci par de l'huile de palme. 50% de cette production de remplacement s'effectuerait sur de nouvelles terres prises sur d'anciennes forêts tropicales. Les 50 autres pourcents s'effectueraient sur les terres déjà cultivées, grâce à une augmentation de rendement de production agricole à l'hectare. On allouerait seulement 50% des émissions correspondantes de CO<sub>2</sub> à la culture de palmier à huile, le reste étant alloué à l'exploitation du bois ou à une culture intermédiaire. Un autre scénario peut découler d'un panachage moins pénalisant sur l'origine des terres remplacées.

Pour le soja, on peut imaginer ici des scénarii plutôt basés sur des effets de déplacement indirects via le remplacement de la nouvelle huile de soja utilisée en biocarburant par de l'huile de palme (voir effet indirects).

### **Description des scénarii optimistes**

Notons qu'on peut aussi imaginer des scénarii à changement d'affectation des sols quasi nuls, voire négatifs, si les cultures de canne à sucre ou de palmiers à huile viennent remplacer en partie ou partiellement des terres arables cultivées trop dégradées ou moins rentables. Pour le soja, il peut être considéré que la culture s'est effectuée sur des terres déjà déforestées, mais permet grâce au tourteau produit de ne pas déforester un hectare équivalent (ou un peu moins) qui aurait pu l'être dans le cas d'une demande croissante d'aliments du bétail.

### **Scénarii changement d'Affectation Indirect :**

#### **Description des scénarii maximum**

Ce scénario correspondrait au remplacement d'un kg d'huile utilisée en EMHV par 1 kg d'huile de palme produite entièrement sur des zones de forêts tropicales humides exploitées pour laisser place à cette culture. Par ailleurs, on affecterait à cette culture l'ensemble des émissions de CO<sub>2</sub> générées, avec un lissage sur 20 ans. 90 % de l'écart en carbone entre les 2 types de culture est supposé provenir directement du CO<sub>2</sub> ou du méthane lors de l'exploitation, le reste étant contenu dans le bois d'œuvre ultérieurement scié et exploité. Le tourteau de palmiste supplémentaire évite la production de tourteau de soja et réduit marginalement le besoin en surfaces nouvelles (-17% de la surface de palme plantée). Un autre scénario pourrait consister en la situation suivante : 10% de l'huile de palme serait produite sur d'anciennes tourbières, 50% sur des forêts tropicales humides coupées pour cultiver la palme, et 40% en remplacement de forêts dégradées ou d'anciennes cultures.

Pour l'éthanol de betterave, il s'agirait du remplacement d'un kilogramme de sucre par un kilogramme de sucre de canne, elle-même cultivée sur de la forêt tropicale humide dans les mêmes conditions que décrites pour les palmiers à huile.

#### **Ordre de grandeur scénarii intermédiaires**

Ils peuvent être construits sur les bases suivantes. Contrairement au scénario maximal, il ne s'agit plus de substituer en totalité l'huile nécessaire pour la fabrication d'EMHV, mais seulement 80% de celle-ci par de l'huile de palme. 50% de cette production de remplacement s'effectuerait sur de nouvelles terres prises sur d'anciennes forêts tropicales. Les 50 autres pourcents s'effectueraient sur les terres déjà cultivées, grâce à une augmentation de rendement de production agricole à l'hectare.

100% des émissions de CO<sub>2</sub> résultantes sont allouées à la culture de palmier à huile. Il n'est pas comptabilisé d'autres responsabilités de ces émissions via une allocation à la culture du bois ou à d'autres causes de défrichement.

Cette valeur peut aussi plus simplement découler du scénario maximal précédent pour lequel le remplacement aurait lieu en fait à partir de terres ayant en moyenne le contenu carbone d'une forêt tempérée. Les mêmes approches ont été prises pour des remplacements de production de sucre à partir de canne à sucre au lieu de betterave.

#### **Ordre de grandeur scénarii modérés**

Il peut être construit à partir du cadre du scénario intermédiaire, en changeant certains paramètres :

- lissage des émissions de CO<sub>2</sub> sur 50 ans au lieu de 20 ans
- contenu carbone des forêts remplacées équivalent à celui de forêts tempérées (mixte entre forêts primaires, anciennes forêts dégradées, et terres déjà cultivées)

- taux de compensation plus élevé (90%) de l'augmentation de la demande par l'augmentation du rendement à l'hectare.

A partir du premier jeu d'hypothèses de calcul du scénario intermédiaire, on peut atteindre cette configuration si l'on considère que seulement 20% des nouvelles surfaces à mobiliser viennent de forêts primaires humides, le reste étant du remplacement de terres en culture. Par rapport à la betterave sucrière et son remplacement par de la canne à sucre, un tel scénario peut aussi être la conséquence d'une allocation au sucre d'une partie des conséquences du défrichement, du fait d'une situation de production globale liée à des décisions politiques (réforme de l'OCM sucre) en premier lieu.

#### **Ordre de grandeur de scénarii optimistes modères**

Ils sont basés sur des changements d'affectation des sols via les coproduits. Un tel stockage de carbone se produirait si on imaginait que 10% des terres cultivées initialement en soja remplacées par le tourteau de colza étaient laissées à l'abandon (forêt secondaire en devenir) ou replantées en palmier à huile. Le taux de remplacement est basé sur la valeur protéique : 1 kg de tourteau de colza remplaçant 0,75 kg de tourteau de soja ; 1 kg de drèches remplaçant 0,65 kg de soja.

#### **Ordre de grandeur de scénarii très optimistes**

Ils sont les mêmes bases que les scénarii optimistes modérés, mais en supposant des parts de 50 à 100% de surfaces anciennement en soja se re-végétalisant.

ADEME (2010). Les biocarburants de première génération en France. p80-83.

### **A.4.6 Eléments de compréhension de la présentation des résultats :**

**Filière principale :** La filière principale a été choisie en tant que représentant dominant des procédés de production. La majorité des résultats sont donnés par rapport à cette dernière afin de ne pas alourdir la présentation. Ces résultats, lorsque non mentionnés, sont pris après allocation aux coproduits et application des crédits de substitution. Cette filière apparaît en rouge dans les figures lorsque présentée avec d'autres résultats.

**Autres Sous filières :** certains procédés ont été aussi quantifiés pour un procédé technologique ou une origine des intrants agricoles différents. Les valeurs des sous filières sont données en bleu dans ces figures et dans un tableau de mise en perspective de ces résultats pour les indicateurs consommation d'énergie non renouvelable et émission GES. Une sous filière spécifique considérée est le calcul des éléments prospectifs à partir de la filière principale évoquée ci-dessus et des éléments prospectifs décrits dans la partie méthodologie.

**Unité utilisée :** Les résultats sont présentés dans une unité légèrement différente de l'unité fonctionnelle définie initialement puisqu'ils sont donnés par MJ de biocarburant. Les modalités de passage de l'unité fonctionnelle prise sur carburant réel aux résultats par MJ de biocarburant seul ont été explicitées précédemment dans le paragraphe sur l'unité fonctionnelle.

**Carburant utilise :** les résultats sont présentés pour l'E10 et le B10 respectivement, car ces niveaux de mélange seront les principaux des prochaines années. Une analyse des changements qu'apporte le fait de passer sur des niveaux d'incorporation plus élevés est proposée dans le chapitre 8.

**Mise en perspective de ces résultats :** en vue de rappeler le fait que les résultats des évaluations environnementales sont conditionnés par des hypothèses de calcul, d'autres résultats de l'évaluation sont aussi présentés :

- **Résultats « sans allocation » :** résultats avant allocation d'une partie des impacts des intrants et sortants du système étudié aux coproduits (si toutes les dépenses étaient à attribuer au seul biocarburant) : il convient de noter que ce calcul intègre le séchage des drèches ou tourteaux. Seule la pulpe sur pressée a été considérée dans le périmètre éventuel de l'éthanol de betterave, sa transformation en pulpe déshydratée relevant d'une amélioration de produit n'étant pas intégrée.

- résultats « sans crédit » : résultats sans comptabiliser de crédits de substitution le cas échéant (exemple : l'épandage des eaux terreuses en betterave donne lieu à la substitution d'apports minéraux en quantités nutritionnelles équivalente).

- Résultats N2O : simulations faites sur la base d'hypothèses différentes en ce qui concerne la prise en compte de l'azote et des émissions N2O (simulations « N2O type GIEC » ou « type JEC ». Voir le tableau 19 pour le détail des hypothèses de ce calcul).

- **Valeurs « autres études »** : les résultats calculés pour deux études majeures sur le sujet (JEC 2008) et ADEME-DIREM 2002 figurent aussi dans ce tableau de mise en perspective.

**Point d'attention** : le terme « cogénération » employé seul dans ces tableaux désigne les cogénérations aujourd'hui en place à partir de gaz naturel. Pour parler des projets futurs visant à utiliser de la biomasse en tant que source d'énergie, le présent rapport utilise explicitement les termes « cogénération biomasse ». Ces projets sont intégrés dans le calcul pour la filière prospective.

**Présentation des gains pour les indicateurs Eutrophisation, Toxicité Humaine, Photo oxydation** : plus que des pourcentages d'évolution, qui ne sont pas indiqués pour des indicateurs avec ces marges d'incertitudes sur les impacts potentiels, il a été préféré la mention d'amélioration (« + ») ou détérioration (« - ») probables, l'intensité probable de l'évolution étant marqué par le nombre de + ou de - attribués. Si les écarts ne sont pas significatifs, il a été utilisé un « = ».

Source : ADEME 2012. ACV des biocarburants de première génération en France. Encadré Tableau 71 – éléments de compréhension de la présentation des résultats. p121.