



AMBASSADE DE FRANCE EN ALLEMAGNE
SERVICE POUR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE

Le Conseiller pour la Science et la Technologie
Auteurs: Claire Vaille et Léna Prochnow

Berlin, le 13 mars 2009

LES BIOCARBURANTS EN ALLEMAGNE

de la première à la troisième génération

Sommaire

1.	Introduction.....	3
2.	Les biocarburants de première génération	4
a.	Le marché du biodiesel	4
b.	Le marché du bioéthanol	5
c.	Le cadre politique allemand concernant les biocarburants	6
d.	Limitations	7
3.	Les biocarburants de deuxième génération.....	8
a.	Présentation et avantages par rapport aux biocarburants de première génération	8
b.	Biomasse et production	8
c.	Recherche allemande sur les principales voies de conversion	9
d.	L' Allemagne et les biocarburants de 2ème génération : faisabilité d'une unité industrielle?... ..	10
e.	Législation et financement des BtL en Allemagne	12
f.	Les acteurs des biocarburants de 2ème génération	12
4.	Les biocarburants de troisième génération	15
a.	Présentation	15
b.	Acteurs des biocarburants de troisième génération	15
5.	Conclusion	16
6.	Annexes.....	17
a.	Annexe 1 :Tableaux et chiffres:.....	17
b.	Annexe 2 : Les biocarburants en France.....	21
c.	Annexe 3 : Acteurs et contacts dans le domaine des biocarburants en Allemagne	25
7.	Lexique	28

1. Introduction

Les biocarburants sont des carburants d'origine végétale issus de la biomasse (matière organique). Il faut distinguer **biocarburants de première génération** – dont les principales filières sont le **biodiesel** (produit à partir de l'estérification d'huiles végétales avec du méthanol) et le **bioéthanol** (produit par distillation du sucre issu de plantes) - des **biocarburants de seconde génération** - qui valorisent la biomasse ligno-cellulosique d'origine forestière et agricole : bois, paille, déchets végétaux. Il existe également des **biocarburants de troisième génération** - agrocarburants produits à partir de microalgues.

En 2007, environ 53 millions de tonnes de carburants ont été consommées en Allemagne. Les biocarburants, avec 4,6 millions de tonnes consommées, ont ainsi **couvert 7,3% du besoin en carburant** (en pourcentage énergétique) (source FNL¹), ce qui représente une économie d'environ 15 millions de tonnes de CO₂ (source BMU).

L'Allemagne s'est affirmée comme étant le **producteur leader européen de biocarburants de première génération**. Ces carburants sont sources de controverses depuis ces deux dernières années : **forte compétition avec le marché alimentaire, rentabilité énergétique discutable** (avec le transport, la fabrication des pesticides et des engrais), **utilisation limitée à un nombre restreint de véhicules ...**

Ces polémiques ont amené le gouvernement allemand à revenir sur certains objectifs concernant les biocarburants de première génération. La baisse de consommation de biocarburants enregistrée depuis 2008 pourrait s'aggraver si le contexte réglementaire moins favorable aux biocarburants de première génération n'est pas modifié. L'Allemagne se tourne **davantage vers les biocarburants de seconde et troisième générations**, plus prometteurs en matière d'efficacité énergétique, de réduction des émissions polluantes et de respect de l'environnement. Elle est aujourd'hui leader dans la recherche sur les biocarburants de deuxième génération et de nombreux projets d'installations pilotes réunissent industriels, centres de recherche et constructeurs automobiles. Néanmoins, une mise sur le marché n'est pas attendue avant quelques années.

¹ Détails des sigles dans le Lexique en fin de dossier

2. Les biocarburants de première génération

a. Le marché du biodiesel

En Allemagne, le biodiesel ou EMHV² est aujourd'hui l'alternative la plus significative aux carburants fossiles. L'Allemagne est d'ailleurs de loin le **premier producteur européen de biodiesel**, couvrant à elle seule la moitié de la production totale de l'Union Européenne (cf. Tableau A en annexe).

- La **consommation** de biodiesel en Allemagne a augmenté jusqu'en 2007 : 1,8 million de tonnes en 2005, 2,5 millions de tonnes en 2006 et **3,4 millions de tonnes en 2007** (sources FNR et FNL). Les statistiques sur le début d'année 2008 indiquent une **diminution de la consommation en 2008** (cf. Tableau B en annexe), principalement due à une forte diminution de la consommation de biodiesel pur : 152.400 tonnes sur le premier trimestre 2008, soit le tiers de la consommation au cours du premier trimestre 2007 (428.800 tonnes).
- En revanche, la **production** est en augmentation constante (cf. Tableau A en annexe). Sur les 3,4 millions de tonnes de biodiesel consommées en Allemagne en 2007, **1,5 million de tonnes étaient mélangées au biodiesel minéral** (quantité fixe, car limitée par le taux d'incorporation de 5%) et 1,35 million de tonnes ont été distribuées par des stations-service privées pour des véhicules utilitaires (cf. Fig.1).

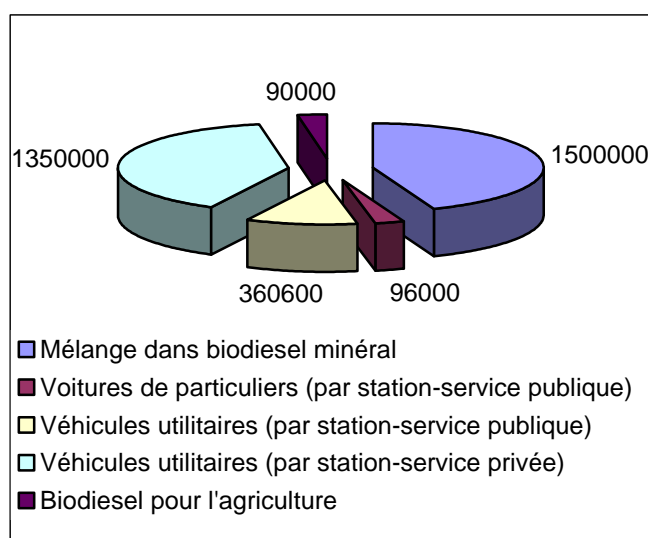


Fig.1 : Consommation de biodiesel par groupes d'utilisateurs en 2007 (en tonnes)
Source AGQM

- Les principaux producteurs, **EOP Biodiesel, Sauter / Mitteldeutsche UmesterungsWerke (MUW) et Campa Biodiesel** comptent parmi les plus grands producteurs européens (cf. Tableau C en annexe, chiffres de 2005).
- L'Allemagne possède un **réseau de 1.900 stations-service**. Plus de **450 000 tonnes de biodiesel ont été vendues dans les stations-service grand public** en 2007, dont près de 80% à des véhicules utilitaires. La vente de biodiesel aux véhicules particuliers est en baisse constante depuis 2005 (cf. Fig.2).

² EMHV : ester méthylique d'huile végétale

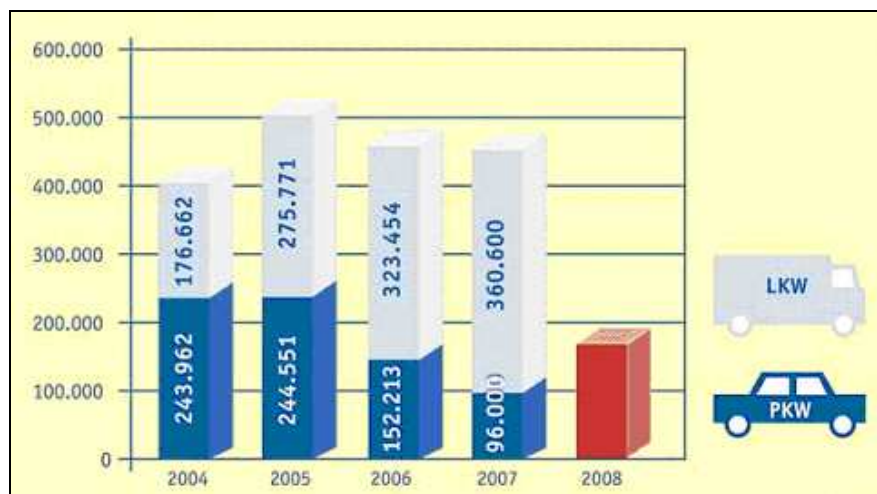


Fig.2 : Ventes de biodiesel dans les stations-service grand public (en tonnes)
(2008 : estimation d'après les résultats du sondage « Ventes de biodiesel en 2008 »)
Légende : LKW = Camions, PKW = Voitures
Source AGQM

- Avec 3,4 millions de tonnes, le biodiesel a couvert environ 12% de la consommation allemande de diesel en 2007, soit **une économie de 7 millions de tonnes de CO₂**. A la fin de l'année 2007, les capacités de production s'élevaient à environ 5 millions de tonnes, soit le double par rapport à fin 2006. Les producteurs de biodiesel attendent des politiques un cadre réglementaire plus favorable au biodiesel qui permette d'**utiliser au maximum leurs capacités de production et de réduire ainsi de 12 millions de tonnes les émissions de CO₂** (source VDB).
- En Allemagne, le biodiesel est produit **essentiellement à partir d'huile de colza**, car les normes de carburation allemandes ne reconnaissent comme carburant parmi les esters méthyliques végétaux que ceux issus de cette plante. Il n'y a donc **pas de production à partir de tournesol**. La surface agricole consacrée au biodiesel a atteint 1,12 million d'hectares en 2007 et est estimée à un million d'hectares pour 2008 (source BMELV).

b. Le marché du bioéthanol

Le bioéthanol rencontre en Allemagne **moins de succès** en raison du parc automobile allemand roulant majoritairement avec du diesel. Cependant, l'Allemagne compte **parmi les premiers producteurs de bioéthanol en Europe** ; elle était située à la première en place en 2006 (cf. Tableau D en annexe).

- La **consommation de bioéthanol** en Allemagne est globalement croissante, avec une stagnation en 2007 : 226.000 tonnes en 2005, 480.000 tonnes en 2006, **450.000 tonnes en 2007** (sources BDB, FNL et FNR).
- La **production allemande de bioéthanol est en forte hausse**, avec une légère baisse en 2007 (cf. Tableau D en annexe) : 340.000 tonnes produites en 2006 et 314.000 tonnes en 2007. La production a **augmenté de 46% en 2008 atteignant 458.000 tonnes** (source BDB).
- Les principaux producteurs de bioéthanol sont **Verbio (Sauter), CropEnergies (Südzucker), fuel21(Nordzucker), Anklam Bioethanol und Prokon Nord Energiesysteme**. Les groupes Sauter (également producteur de biodiesel) et Südzucker sont leaders sur le marché européen (cf. Tableau 8 en annexe).
- **Quelques centaines de stations-service** en Allemagne propose de l'E85³.

³ Liste des 280 stations-service – grand public et privées – sur le site www.ethanol-tanken.com

- Le bioéthanol **provient à 61% de céréales** (blé et seigle). Cela représente 942.000 tonnes de céréales en 2008 (autant que l'année précédente), soit 1,9% de la production totale de céréales en Allemagne. La part de bioéthanol provenant de **la betterave à sucre** est en revanche passé de 8% en 2007 à 36% en 2008 : 164.000 tonnes en 2008 contre 24.000 tonnes en 2007, soit une **augmentation de 86%**. Les 3% restants proviennent des résidus de l'industrie agroalimentaire (source BDB). La surface agricole consacrée au bioéthanol a représenté 250.000 hectares en 2007 et devrait être restée constante en 2008 (source BMELV).
- Dans son « plan énergie » présenté le 10 janvier 2007, la Commission européenne a réaffirmé son souhait de promotion des biocarburants, afin que ceux-ci représentent 10 % de la consommation totale de carburants en 2020 dans l'Union Européenne. Dans ce cadre, l'Allemagne avait prévu d'imposer dès 2009 le nouveau carburant E10 (taux d'incorporation d'éthanol de 10%). Le 4 avril 2008, le Ministre allemand de l'Environnement, Sigmar Gabriel a décidé de ne **pas augmenter le taux maximal d'incorporation de biocarburant dans l'essence à 10%**, en invoquant une raison technique concernant le E10. Le taux a donc été maintenu à 5%⁴.

c. Le cadre politique allemand concernant les biocarburants

Le développement du marché des biocarburants en Allemagne est étroitement lié à deux lois en particulier :

- La loi relative à la **taxe sur l'énergie** (Energiesteuergesetz)
- La loi sur les **quotas de biocarburants** (Biokraftstoffquotengesetz)

La loi relative à la taxe sur l'énergie

Cette loi appliquée à partir du 01.08.2006 impose une **taxation sur le biodiesel pur** (et l'huile végétale pure). La figure suivante (Fig.3) détaille l'augmentation progressive de cette taxe : 15ct en 2008, 21ct en 2009 jusque 45ct en 2012. En octobre 2008, sous la pression des producteurs de biodiesel, le BMU annonce que la taxe sera de **18cts au lieu de 21cts en 2009** (cf. BE Allemagne 409).

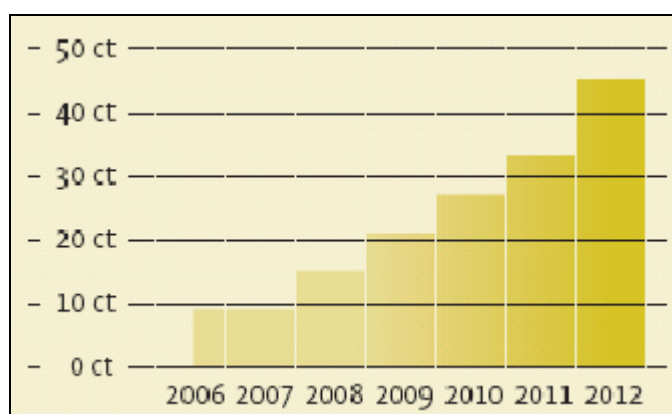


Fig.3 : La loi relative à la taxe sur l'énergie
Source VDB

En effet, depuis novembre 2008, le **prix du biodiesel pur est plus élevé que celui du diesel minéral**. Par conséquent, environ **un quart des 1.800 stations-service** proposant à l'origine du biodiesel ont décidé d'en arrêter la distribution⁵.

La loi exempte de taxe jusqu'en 2015 les carburants contenant entre 70 et 90% de bioéthanol, le **bioéthanol "pur" E85 ne sera donc pas taxé jusqu'en 2015**.

⁴ cf. BE Allemagne 409 – www.bulletins-electroniques.com

⁵ Source : www.autoservicepraxis.de

Une disposition de la loi prévoit une **fiscalité spécifique pour les agriculteurs et forestiers** qui utilisent du biocarburant. Ces secteurs sont exemptés de taxe sur les biocarburants.

La loi sur les quotas de biocarburants

La politique d'incitation fiscale décrite ci-dessus a été complétée quelques mois plus tard par une **obligation de mélange** : chaque litre de diesel ou d'essence vendu doit contenir une quantité minimale de biocarburants définie. Les entreprises qui ne respecteront pas le taux global se verront infliger une **amende** de 50ct/l pour le biodiesel et de 80 ct/l pour le bioéthanol.

Les quotas d'incorporation sont imposés à trois niveaux : **deux quotas spécifiques** définis respectivement pour le biodiesel et le bioéthanol, et **un quota global** (cf. Tableau 1 ci-dessous). Les entreprises sont libres, pour réaliser ces taux, de choisir le mélange qui leur convient, dès lors que tous les taux minimaux sont respectés.

	Biodiesel	Bioethanol	Taux global
2007	4,4%	1,2%	-
2008	4,4%	2,0%	-
2009	4,4%	2,8%	6,25%
2010	4,4%	3,6%	6,75%
2015	4,4%	3,6%	8%*

Tableau 1 : Loi sur les quotas de biocarburants (pourcentage de la teneur énergétique)

* avec une augmentation progressive entre 2011 et 2015

Source VDB

Début 2009, le **gouvernement allemand est revenu sur ces objectifs** et propose de repousser l'augmentation du taux global de biocarburants : il serait de 6,25% à partir de 2010 (au lieu de 2009) et le resterait jusqu'en 2014. Les réactions des experts sont très partagées sur ce sujet et les polémiques ravivées entre industrie pétrolière, industrie des biocarburants et associations de protection de l'environnement.

d. Limitations

Les filières de biocarburant de première génération sont l'objet de fortes polémiques :

- Elles mobilisent d'importantes surfaces de terres agricoles et pourraient compromettre la sécurité de l'approvisionnement alimentaire en entrant en **compétition avec l'industrie agroalimentaire** pour l'utilisation du sol.

- La prise en compte de pratiques agricoles durables est indispensable pour assurer des **bilans environnementaux satisfaisants** dans ces filières. Le cas échéant, la production des biocarburants pourrait représenter de façon générale un **danger pour la biodiversité** et exercer une **pression massive sur la forêt tropicale**.

- Les biocarburants de première génération ne sont pas adaptés aux **exigences des moteurs** de tous les véhicules actuels (corrosivité éventuelle).

- Le rendement énergétique est discutable (avec le transport, la fabrication des pesticides et des engrais) et **d'aucuns doutent qu'elles permettent d'atteindre un taux de substitution du pétrole transport supérieur à 20%**.

L'Allemagne renonce donc progressivement au développement massif des biocarburants de première génération. Afin de respecter ses engagements en terme de protection de l'environnement et du climat, elle se tourne davantage vers les biocarburants de 2^{ème} et 3^{ème} génération.

3. Les biocarburants de deuxième génération

a. Présentation et avantages par rapport aux biocarburants de première génération

L'Allemagne se distingue par le niveau de recherche qu'elle mène sur les **biocarburants de deuxième génération**. Ces technologies valorisent la **biomasse ligno-cellulosique**⁶ d'origine forestière et agricole : bois, paille, déchets végétaux, et présentent des avantages incontestables par rapport aux biocarburants de première génération :

- Leur production ne rentre **pas en compétition avec l'industrie agroalimentaire**,
- Elles ont un **meilleur bilan écologique** : pas de pollution des sols, moindre impact carbone⁷, combustion propre car absence de soufre et d'aromates,
- Leur **rendement énergétique est supérieur**⁸ : un hectare de surface permet de produire 4.000 litres de **BtL ("Biomass to Liquid")**, contre seulement 1.550 litres de biodiesel et 2.550 litres de bioéthanol⁹,
- Les carburants BtL peuvent être **adaptés**, lors de leur production, aux **exigences des moteurs** et conviennent donc mieux aux générations de moteurs actuelles et futures.
- Un litre de BtL nécessitera moins d'un tiers du terrain nécessaire pour obtenir un litre de biodiesel à partir d'huile de colza.¹⁰

b. Biomasse et production

La biomasse appropriée à la production de carburants BtL est fournie principalement par le **bois** (cultures de bois, bois industriel, rebus de bois), des rebus de **foin**, certains types de **biomasse animale** et des **cultures énergétiques**. En effet, certains produits de ces cultures sont à présent cultivés et récoltés uniquement à des fins énergétiques avec des méthodes non plus sylvicoles mais agricoles.

Les cultures énergétiques particulièrement appropriées sont celles d'**arbres à croissance rapide** (taillis à courte rotation : TCR), de **céréales fourragères** (et en particulier le triticales¹¹) et d'**herbe de miscanthus**¹². Le principe consiste à cultiver des variétés de plantes à fort taux de matière sèche qui se régénèrent rapidement et que l'on récolte tous les 2 à 3 ans comparé au bois récolté en moyenne tous les 40 ans.

Pour ces types de biomasse, comme on le voit dans le Tableau 2 ci-dessous, le potentiel technologique actuel en Allemagne oscille entre **40 et 70 millions de tonnes de matière sèche par an**, provenant de déchets et de rebus (principalement bois et paille), équivalent à une fourchette de 719 à 1219 PetaJoules. Avec ces substances organiques sèches, ce sont **jusqu'à 15 millions de tonnes de BtL** qui pourraient être produites chaque année¹³, soit environ **22% de la consommation de carburant actuelle en Allemagne**, en se basant sur la valeur énergétique¹⁴.

⁶ Lignocellulose des plantes, constituant principal de la paroi de tout végétal

⁷ Le potentiel du BtL (Biomass to Liquid) de réduire les émissions de CO₂ par rapport au diesel fossile est environ deux fois plus élevé que le potentiel du biodiesel de première génération (Source DENA)

⁸

⁹ Voir Bulletin Electronique Allemagne 382, " Biocarburants de 2ème génération : construction d'une installation pilote en Basse-Saxe" – 23/04/2008

¹⁰ Voir <http://www.biofuelreview.com/content/view/1547/>

¹¹ Triticale: hybride artificiel entre le blé et le seigle, surtout cultivé comme céréale fourragère

¹² Miscanthus ou "herbe à éléphant" : herbe caractérisée par sa croissance rapide, sa faible teneur en minéraux, sa capacité à pousser sur un sol pollué et son rendement élevé

¹³ En choisissant une efficacité de production de BtL de 42%

¹⁴ Voir http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Publikationen/mobilitaet/btl_implementation_report.pdf

	Millions de tonnes de matière sèche produite par an [mtDM/a]	Conversion en énergie : PétaJoules par an [PJ/a]
Bois (culture, bois industriel, déchets)	23,4 – 24,7	432 - 458
Paille (déchets)	11,5 – 19,2	199 - 331
Biomasse d'origine animale	1,0	14
Cultures énergétiques (croissance rapide, triticale, miscanthus)	3,9 – 23,6	71 - 416
Total	39,8 – 68,5	719 - 1219

Tableau 2 : Potentiel technique de biomasse pour la production de BtL en Allemagne
Source DENA

Le coût actuel de production de biomasse dépend grandement de la biomasse considérée, et varie entre **21€ à 180€ par tonne de matière sèche** (1,2 à 9,7 € par GigaJoule en se basant sur la valeur calorifique la plus faible), même s'il dépasse rarement 60€ par tonne¹⁵, comme le montre le Tableau 3 ci-après.

	Culture de bois	Rebus de paille	Courte rotation	Triticales (plantes entières)	Miscanthus	Matière humide (matière compacte)
[€/tFM]	15-75 (30% H2O)	46-54 (15% H2O)	29-74 (30% H2O)	99-109 (15% H2O)	62 (15% H2O)	135-162 (10% H2O)
[€/tDM]	21-107	54-63	41-105	117-128	73	150-180

Tableau 3 : Prix (résidus de bois) et coût de production (biomasse restante)¹⁶ pour la biomasse fraîche (FM) et la matière sèche (DM) (Publié en 2006)
Source DENA

c. Recherche allemande sur les principales voies de conversion

Deux principales voies de conversion de la biomasse ligno-cellulosique en carburant font aujourd'hui l'objet d'efforts importants en terme de recherche et développement :

- Une **voie biochimique** qui, par **fermentation** des sucres contenus dans la ligno-cellulose, produit de l'éthanol de même nature que le bioéthanol actuel, et qui se substituerait à l'essence ;
- Une **voie thermochimique**, qui comporte deux technologies capables de convertir la biomasse, la **pyrolyse-gazéification** (voie indirecte) et la **liquéfaction hydrothermale de la biomasse** (voie directe). Le procédé de gazéification de la biomasse peut être envisagé en vue de diverses applications **carburants** (Diesel-FT, DME, Méthanol, Ethanol, SNG) et **énergétiques** (chaleur et électricité).

L'Allemagne focalise ses recherches sur la voie thermochimique et s'y distingue particulièrement. Les unités de production de **méthanol carburant** sont aujourd'hui largement implantées, mais les unités commerciales fonctionnent en grande majorité à partir de gaz naturel fossile¹⁷.

¹⁵ Ce calcul de coût prend en compte l'entreposage près du champ ou la forêt (au maximum à 10km de la source).

¹⁶ Les coûts de transport vers des usines de conversion ne sont pas considérés.

¹⁷ Voir le document "Les unités pilotes de biocarburants de deuxième génération dans le monde" à télécharger sur le site internet de l'IFP : <http://www.ifp.fr/information-publications/notes-de-synthese-panorama/panorama-2008/les-unites-pilotes-de-biocarburants-de-deuxieme-generation-dans-le-monde>

d. L'Allemagne et les biocarburants de 2ème génération : faisabilité d'une unité industrielle ?

L'Agence allemande de l'énergie (DENA) a publié à la fin 2006 les résultats d'une étude menée avec des industriels, centres de recherche et constructeurs automobiles¹⁸, et portant sur la **faisabilité d'une unité industrielle de BtL**¹⁹. Cette étude, selon laquelle **le BtL pourrait couvrir 35% des besoins en carburants d'ici 2030**, doit permettre de définir la stratégie allemande de développement des biocarburants, ainsi que les instruments politiques nécessaires à sa mise en œuvre. En voici les principaux résultats :

- Plusieurs technologies convenables pour des **applications industrielles futures** sont actuellement développées ou mises en application en Allemagne²⁰. Tous les procédés examinés apparaissent pertinents sur le principe, ainsi que **réalisables techniquement**²¹, sans qu'**aucune technologie** n'ait été **privilegiée** actuellement. Lors d'une prochaine étape, **la faisabilité des diverses options technologiques** doit être prouvée.

- Cependant, la chaîne de production dans son ensemble est très complexe et sophistiquée, mais seule une **R&D continue** peut assurer une **optimisation potentielle réaliste** et la **réduction des risques résiduels**.

- L'intégration de la production de BtL sur des **sites de raffineries ou usines chimiques** déjà existantes permettrait d'éviter des **risques résiduels** relatifs à chacune des **technologies prise de façon individuelle** et de créer de nombreuses synergies.

- Les développements technologiques actuels permettent la mise en opération des **premières usines de production à grande échelle de BtL**, ce qui est de première importance dans le **maintien et l'extension du leadership technologique allemand** dans ce secteur.

- Le procédé BtL est supposé pouvoir devenir **commercialisable**, mais n'a pas encore atteint la **maturité de marché**.

- Selon le rapport de la DENA, le coût de production des BtL à la sortie de la raffinerie pourrait tomber **sous les 0,80 €/l en optimisant la technologie et en réduisant les coûts de biomasse**. La figure 4 page suivante montre les coûts de production pour la première année d'opération **2010** (estimés à partir des chiffres de 2006), dans un scénario de base (technologies actuelles avec optimisation supplémentaire) et dans un scénario considérant un potentiel d'optimisation identifié comme réaliste.

¹⁸ Les participants à cette étude sont la VDA, les groupes pétroliers (Aral, BP, Total, Lurgi, BASF, Choren) et la FNR. Elle est soutenue par le BMELV, le BMVBS et le BMU.

¹⁹ Voir http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Publikationen/mobilitaet/btl_implementation_report.pdf

²⁰ Voir Tableau F en annexe

²¹ La plupart des sous-procédés sont déjà utilisés actuellement dans une production industrielle.

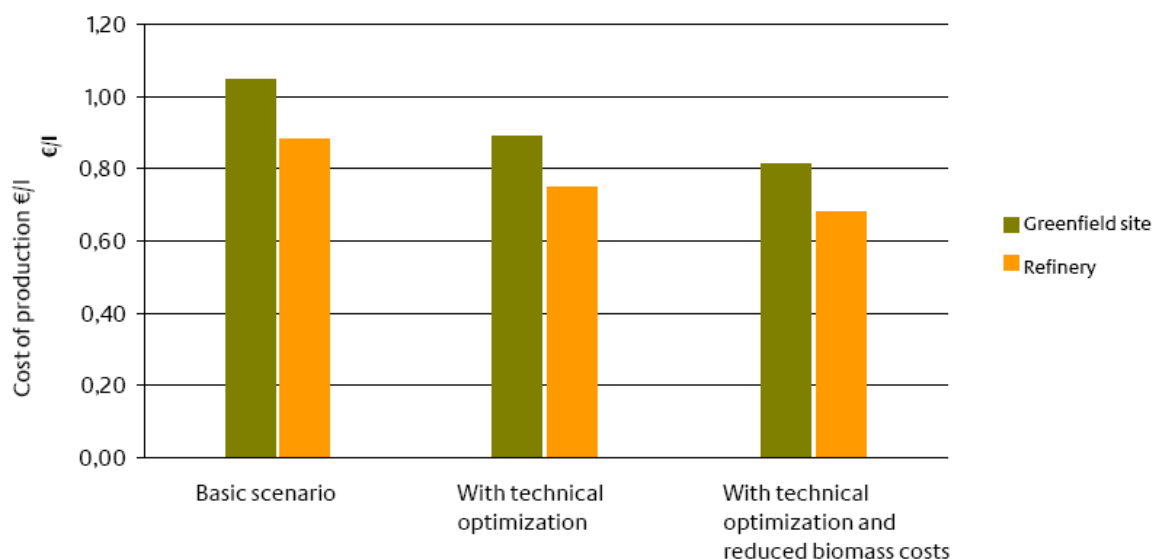


Fig.4 : Coûts de production du BtL²², en 2010, estimés à partir des chiffres de 2006
Source DENA

Cela signifie que le BtL peut devenir à court terme **compétitif avec les biocarburants de première génération** (cf figure 5 ci-dessous).

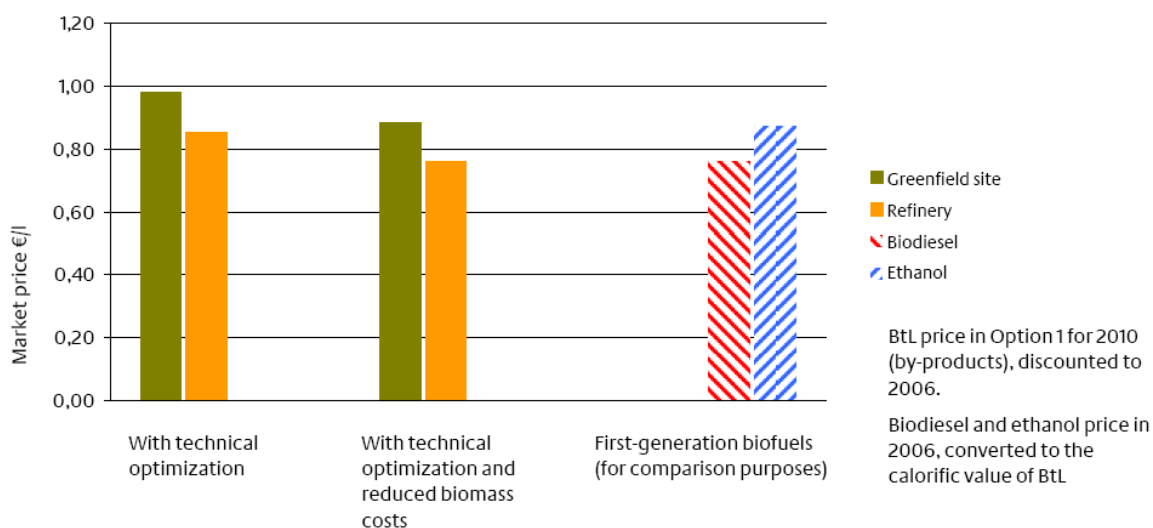


Fig.5 : Prix de marché des BtL, en comparaison avec le biodiesel et l'éthanol²³
Source DENA

- Pour les **investisseurs** cependant, les risques demeurent élevés. Ainsi, le **financement de projet avec un risque réparti entre les investisseurs privés et l'Etat** demeure le meilleur mécanisme de financement.

²² Pour l'option technologique 1: Gazéification par entraînement de flux direct

²³ Prix de biodiesel: moyenne réalisée entre les mois de juillet 2005 et juin 2006, données de l' Association pour la Promotion des plantes oléagineuses et porteuses de protéines (Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen, <http://www.ufop.de>). Prix de l'éthanol: moyenne réalisée entre les mois de juillet 2005 et juin 2006, F.O. Licht's European Ethanol Price Report)

e. Législation et financement des BtL en Allemagne

L'introduction de **réglementations** assurant un **soutien sûr et à long terme de la part du gouvernement au delà de 2009**²⁴ est de la plus haute importance pour l'industrie des biocarburants en général et pour les BtL en particulier. Une **défiscalisation sur les carburants BtL jusqu'à 2015** est désormais légiférée dans la **loi relative à la taxe sur l'énergie**. Cependant **l'introduction à grande échelle du BtL sur le marché** ne peut pas être attendue avant **2010 au plus tôt**. Le secteur compte donc sur un prolongement de cette défiscalisation du BtL au delà de 2015.

f. Les acteurs des biocarburants de 2ème génération

Projets d'installations pilotes

La recherche sur le BtL en Allemagne est très avancée. Plusieurs **projets d'installations pilotes** sont en cours, réunissant **industriels, centres de recherche et constructeurs automobiles** (BMW, Daimler, Volkswagen). Certains projets d'unités pilotes de production ont d'ores et déjà abouti à une **implantation d'installations**²⁵ (en fonctionnement ou encore en construction) sur le sol allemand pour la production **industrielle** de biocarburants de seconde génération, en particulier par la voie thermochimique :

- **Le Centre de recherche de Karlsruhe FZK**, membre de la communauté des centres de recherche Helmholtz, a mis au point un procédé de pyrolyse rapide²⁶ prometteur, le **procédé bioliq®**, et dispose d'un **réacteur pilote de recherche**. Ainsi, le FZK accueillera en 2011 une **unité pilote de production de biocarburants de seconde génération**, issus de la **paille**.

Le projet du **Karlsruhe Institute for Technology (KIT)** (issu de la fusion du FZK avec l'Université de Karlsruhe) aura pour but de tester le processus global de production de biocarburant, de la biomasse à la pompe, avec la participation d'industriels : la société d'ingénierie **Lurgi**, récemment intégrée au groupe Air Liquide (pyrolyse rapide), et **FutureEnergy** (gazéifieur), associé au projet en vue de tester à terme la production de gazole synthétique. Cette unité pilote devra démontrer la faisabilité du procédé bioliq®.

La première partie de cette unité pilote ayant été achevée avec succès en 2007, le projet entame à présent sa deuxième phase²⁷, avec un budget de **24,85 millions d'euros**. Cette unité est financée à 50% par le **Ministère fédéral allemand de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Protection des consommateurs** dans le cadre du programme en faveur des ressources biologiques renouvelables, le ministère étant représenté par l'Agence allemande pour les matières premières renouvelables (**FNR**). Les partenaires du contrat Lurgi et FZK participeront chacun à hauteur de 25%. Le projet comprend l'ingénierie, la construction, l'approvisionnement, l'installation et la mise en service pour l'automne **2011 de l'unité de gazéification de taille industrielle**, d'une capacité thermique prévue de **5 MW**, et correspondant à une capacité de production de 1 tonne de bioliqSynCrude® par heure²⁸.

- **L'entreprise Choren GmbH**, filiale de la société **Shell**, développe la technologie de **gazéification** à partir de la biomasse. La société a créé en 2003 une **installation pilote** produisant quelques centaines de litres de carburant par jour. Choren s'est engagée en 2005 dans la construction d'une installation de **production commerciale de BtL**, d'un débit encore jamais atteint (10,5 t/heure) : la **première raffinerie au monde de biocarburants de deuxième génération**. L'installation "**Beta**" de l'entreprise Choren exploite le procédé "**Fischer-Tropsch**"²⁹, à partir de bois et de résidus forestiers. Ce premier pilote industriel basé sur un procédé autothermique a été inauguré le 17 avril 2008 par la chancelière

²⁴ Soutien public concernant l'introduction d'un mélange obligatoire de biocarburants avec les carburants fossiles, la sauvegarde de la compétitivité de la production domestique lors d'accords commerciaux internationaux, et l'extension des activités de R&D dans le domaine du BtL.

²⁵ Voir document de l'ADEME : feuille de route biocarburants de 2eme génération : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Annexe_2_biocarburants_de_2eme_generation_cle6f1daa.pdf

²⁶ Les chercheurs du FZK sont capables, à l'échelle pilote, de synthétiser par pyrolyse à partir de paille un produit dont l'aspect rappelle celui du pétrole, une sorte d'intermédiaire énergétique désigné sous le nom de "Slurry" ; l'étape suivante consiste à faire subir au Slurry une gazéification thermochimique, puis à transformer le gaz ainsi obtenu en méthanol.

²⁷ Au cours de cette deuxième phase, le bioliqSynCrude® produit à partir de paille de céréales lors de la première étape est transformé en gaz de synthèse.

²⁸ Voir communiqué de presse FZK http://www.fzk.de/fzk/groups/itc-tab/documents/internetdokument/id_067125.pdf -26/11/2008 ; http://www.iec.tu-freiberg.de/conference/conference_05/pdf/41_Henrich.pdf?PHPSESSID=b55162cd1f4b9340ca9d6f16088c60a4

²⁹ Le procédé "Fischer-Tropsch" est une transformation catalytique d'un gaz de synthèse (hydrogène, monoxyde de carbone) en carburant liquide synthétique.

Angela Merkel à **Freiberg (Est)** et doit entrer en production courant 2009. Elle ambitionne de produire annuellement 18 millions de litres de biodiesel fabriqué à base de **résidus de bois**. S'en suivra à l'horizon **2012-2013** la construction d'une installation commerciale "**Sigma**", caractérisée par des dimensions et une production supérieures (200.000 tonnes par an), dans la région de **Lubmin (Nord-Est)**.³⁰

- La société d'ingénierie **Lurgi GmbH** a lancé début avril 2008 un **projet pilote de production de BtL** basée sur un procédé encore peu répandu : le "**MtS (Methanol-to-Synfuels)**"³¹, qui convertit le **méthanol** (obtenu à partir de biomasse) en diesel et en essence de synthèse.

Bien que moins connu que le procédé "Fischer-Tropsch", le MtS constitue une approche prometteuse et plus flexible dont Lurgi GmbH souhaite démontrer la faisabilité technique avec la construction, à **Wolfsbourg** (Basse-Saxe), d'une installation courant 2009 et une série de tests à mener jusqu'en 2011.

En tant que partenaires industriels du projet, l'entreprise allemande de chimie **Süd-Chemie AG** apporte son expertise en techniques de catalyse, tandis que le groupe automobile **Volkswagen AG** se charge d'analyser l'ensemble du procédé du point de vue de sa rentabilité économique et de son potentiel de réduction des émissions de CO₂. Le projet est soutenu par **la FNR** à hauteur de **4,5 millions d'euros**.³²

- Dans le cadre du **projet européen RENEW**³³, divers sous-projets sont menés concernant l'optimisation et l'analyse du procédé de production de carburant, ainsi que les voies de production pour les biocarburants d'origine lignocellulosique. Notamment, l'Université de **Freiberg** et **l'Institut pour l'Ingénierie des procédés énergétiques et chimiques (IEC)**, en partenariat avec **Total et Volkswagen**, travaillent sur un pilote de petite taille³⁴.

- Dans le cadre du **procédé ARTFUEL**, **l'Institut de techniques environnementales de Clausthal GmbH (CUTEC)** mène des recherches sur la synthèse de carburants synthétiques à partir de matériaux bruts renouvelables, en coopération avec les Länder du **Brandebourg** et de **Basse-Saxe** ainsi qu'avec **Volkswagen**. Une installation pilote est en cours de construction à Clausthal pour les projets ARTFUEL et RENEW. Dans cette usine, le carburant sera synthétisé grâce à une chaîne de procédés qui comprend plusieurs unités de traitement : **réacteur à lit fluidisé circulant de 0,4 MWth, purification des gaz et synthèse Fischer Tropsch**³⁵.

- L'Institut pour l'Ingénierie des procédés énergétiques et chimiques IEC apporte son soutien à d'importants projets d'unités de production de **biométhaneol**³⁶.

Projets de recherche fondamentale

D'autres projets sont encore à l'état de recherche pure et n'impliquent pas encore les industriels. Notamment, une équipe de scientifiques de **l'Institut Max Planck de recherche sur le carbone (MPI-KoFo)** de **Mühlheim-sur-la-Ruhr** a mis au point en septembre 2008 une nouvelle méthode permettant de découper relativement facilement la cellulose en ses éléments constitutifs, des sucres.

Cette méthode pourrait ouvrir la porte à la production de matières premières et de biocarburants à partir de biomasse issue de bois ou de déchets végétaux³⁷.

³⁰ Voir http://www.choren.com/de/choren_industries/informationen_presse/?nid=184

³¹ Dernière étape pour la synthèse de BtL (Biomass-to-Liquid), le procédé MtS se couple à tout procédé capable de produire du méthanol à partir de biomasse (paille, bois, plantes). C'est le cas du procédé "bioliq" par exemple (voir ci-dessus le développement effectué par FKZ).

³² Voir Bulletin Electronique Allemagne 382, "Biocarburants de 2ème génération : construction d'une installation pilote en Basse-Saxe" – 23/04/2008

³³ Voir site internet RENEW http://www.renew-fuel.com/fs_project_results.php

³⁴ Voir http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Annexe_2_biocarburants_de_2eme_generation_cle6f1daa.pdf

³⁵ Voir http://www.cutec.de/news/2004/englisch/news_august2004.pdf

³⁶ Voir le document "Les unités pilotes de biocarburants de deuxième génération dans le monde" à télécharger sur le site internet de l'IFP : <http://www.ifp.fr/information-publications/notes-de-synthese-panorama/panorama-2008/les-unites-pilotes-de-biocarburants-de-deuxieme-generation-dans-le-monde>

³⁷ Voir BE Allemagne 405 : "Passer de la cellulose à des petites molécules de sucre" – 01/10/2008

Projets de recherche impliquant des industriels et constructeurs automobiles

Enfin, les industriels et constructeurs automobiles s'associent également dans des projets de recherche sur les biocarburants de deuxième génération :

- **Transport Energy Strategy (TES)** est une initiative lancée par les **constructeurs automobiles BMW, DaimlerChrysler, General Motors Europe (Opel), MAN et Volkswagen et les fournisseurs d'énergie ARAL, BP, RWE, Shell et Total**, financée par le gouvernement fédéral allemand, le Ministère fédéral des transports, de la construction et du développement urbain (**BMVBS**) jouant le rôle de coordinateur central. La TES a pour objectif de développer et de mettre en oeuvre une stratégie pour l'introduction à moyen terme d'un **marché national de carburant alternatif pour le transport**. Elle a publié en août 2007 un rapport, indiquant notamment son intention de soutenir financièrement les activités de la plateforme technologique dans le domaine des biocarburants, en particulier de deuxième génération, et d'instaurer un carnet de route afin que les objectifs de l'UE pour les biocarburants puissent être atteints en Allemagne³⁸.

- **BP (Aral)** effectue des recherches en matière de production de **biobutanol synthétique** dans son centre de recherche de **Bochum**.³⁹

- Le groupe laitier allemand **Müllermilch** se lance dans la production de bio-éthanol à partir de résidus du lait⁴⁰. Le groupe a investi 20 millions d'euros pour développer un procédé qui permettra de produire de l'éthanol à partir du **petit-lait (ou lactosérum)**, sous-produit obtenu lors de la fabrication du fromage. L'entreprise espère produire d'ici 2008 dix millions de litres de bio-éthanol "laitier", dans une usine construite à cet effet à Leppersdorf, près de Dresde⁴¹.

³⁸ Voir rapport Interim août 2007 : http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1049757/2007-interim-report-long-version.pdf

³⁹ Voir http://www.goehler.de/download/2008-01-09normalbenzin_geht.pdf

⁴⁰ Voir le document "Les unités pilotes de biocarburants de deuxième génération dans le monde" à télécharger sur le site internet de l'IFP : <http://www.ifp.fr/information-publications/notes-de-synthese-panorama/panorama-2008/les-unites-pilotes-de-biocarburants-de-deuxieme-generation-dans-le-monde>

⁴¹ Voir BE Allemagne 328 : "Une laiterie allemande produira du biocarburant à partir de petit-lait" – 29/03/2007

4. Les biocarburants de troisième génération

a. Présentation

Les agrocarburants à partir de microalgues sont appelés algocarburants ou agrocarburants de "troisième génération".

Les cultures de microalgues sont 30 à 100 fois plus efficaces que les oléagineux terrestres. Elles pourraient donc permettre une production de masse de biocarburants sans déforestation massive ni concurrence avec les cultures alimentaires, à condition d'optimiser leurs rendements.⁴²

En effet, le procédé est encore beaucoup trop coûteux (50 euros par litre de carburant) et doit être optimisé. Les algues ayant un rendement de 0,2 g de matière sèche par litre, il faut filtrer 5.000 litres d'eau pour obtenir 1 kg de matière sèche, ce qui implique une **dépense d'énergie beaucoup trop coûteuse et productrice de CO₂**⁴³.

b. Acteurs des biocarburants de troisième génération

A l'**Institut des techniques environnementales et biologiques de l'Ecole supérieure spécialisée de Brême**, un groupe de travail se concentre sur le développement de nouveaux procédés d'utilisation industrielle des **microalgues**. Dans ce cadre, il mène depuis le 1er juillet 2008 un projet sur l'amélioration des installations de biogaz, intitulé **AlgenBiogas**. Le **BMBF** apporte son soutien à ce projet pour une durée de 3 ans, à hauteur de **245.000 euros** au sein du programme "**FHprofUnd**" (recherche dans les écoles supérieures spécialisées – Fachhochschule - en collaboration avec des entreprises).

Une installation pilote adaptée doit être construite et testée pendant plusieurs mois en lien avec une unité de biogaz, en collaboration avec les entreprises **Algatec (Brême)** et **MT-Energie (Basse-Saxe)**. Les travaux de recherche et développement devraient déboucher sur la conception d'une installation commerciale, qui permettra de compléter des unités de biogaz neuves ou déjà en activité. Un sous-projet parallèle, qui débute à l'**Ecole supérieure spécialisée d'Anhalt** permettra, entre autres, de choisir et de cultiver des microalgues adaptées et d'extraire des produits de la biomasse algale. Les partenaires de l'Ecole d'Anhalt dans ce projet sont le groupe **BiLaMal**, et les entreprises **Stollberg et L.U.M. GmbH**⁴⁴.

L'**Institut de Biologie de l'Université Humboldt (Berlin)** mène des travaux de recherche sur la **production de bioéthanol avec des cyanobactéries**, et est subventionnée par le **BMBF**, à hauteur de près d'un million d'euros, de 2008 à 2010. Les cyanobactéries sont une option intéressante, dans la mesure où la production de biomasse cyanobactérienne peut s'effectuer dans un **espace restreint**, y compris dans des régions où la culture des plantes industrielles n'est pas envisageable.

Les travaux menés à l'Université Humboldt s'inscrivent dans un large projet qui implique également des groupes de chercheurs des **Universités de Giessen et de Fribourg-en-Brisgau**. L'ensemble des travaux est coordonné par le biochimiste Dan Kramer de la société berlinoise **Cyano Biofuels GmbH**, jeune entreprise créée en 2007 spécialisée dans le développement et l'optimisation de l'utilisation de cyanobactéries pour la production de biocarburants⁴⁵.

⁴² Voir http://www.ifremer.fr/institut/content/download/30751/252906/file/Ifremer_synthese-etude-prospective-EnRM.pdf (p. 10)

⁴³ Voir BE Allemagne 401 : "Conversion de CO₂ en biomasse par des microalgues : inauguration d'une installation controversée à Hambourg" – 03/09/2008

⁴⁴ Voir BE Allemagne 393 : "Des microalgues pour améliorer le fonctionnement des unités de biogaz" – 09/07/2008

⁴⁵ Voir BE Allemagne 398 : "Le BMBF soutient la recherche sur les cyanobactéries productrices d'éthanol" - 13/08/2008

5. Conclusion

La **montée en puissance des biocarburants** dans l'Union européenne se confirme. Pour les grands pays agricoles, le développement des biocarburants apporte de nouveaux débouchés et de nouveaux emplois dans un secteur en crise depuis de nombreuses années. Selon le programme pour l'énergie et le climat, les biocarburants devraient représenter **20% des carburants en circulation en Allemagne** en 2020. Cet objectif devrait être atteint par l'application de la loi sur les quotas des biocarburants qui impose aux raffineries pétrolières d'incorporer une part croissante d'éthanol et de biodiesel dans l'essence et le diesel qu'elles produisent. Selon des estimations du FNR, la consommation allemande de biocarburants devrait passer de 2,2 millions de tonnes en 2005 (sur un total de 53 millions de tonnes de carburants consommés) à **11 millions en 2020 (sur un total de 44 millions, soit 25%)**.

Toutefois, le **bilan environnemental** des biocarburants reste **sujet à controverse**, car ils présentent un certain nombre de points faibles : un important besoin en énergie et en surfaces cultivables nécessaires à la production de ressources végétales, pouvant entraîner en particulier la déforestation, la conversion de cultures vivrières et l'eutrophisation des eaux de surface.

Dans ce contexte, **les biocarburants de 2^e voire de 3^e génération** ont davantage de chance de constituer une **solution à grande échelle** car ils sont plus prometteurs en matière d'efficacité énergétique, de réduction des émissions polluantes et de respect de l'environnement.

La **recherche** sur le BtL en Allemagne est très avancée, notamment dans la voie thermochimique. Plusieurs projets d'installations pilotes sont en cours, réunissant industriels, centres de recherche et constructeurs, et la première **raffinerie** au monde de biocarburants de deuxième génération devrait entrer en production courant 2009.

L'introduction de réglementations assurant un soutien du gouvernement sûr et à long terme (au delà de 2009) est de la plus haute importance pour l'industrie des biocarburants en général et pour les BtL en particulier. Notamment, la défiscalisation du BtL jusqu'à la fin de 2015 est essentielle dans le soutien politique apporté aux biocarburants de deuxième génération, mais néanmoins vraisemblablement insuffisante, dans la mesure où l'introduction généralisée du BtL sur le marché industriel ne peut pas être espérée **avant 2010** au plus tôt.

6. Annexes

a. Annexe 1 :Tableaux et chiffres:

Pays		Production annuelle [Ml/an]					
		2002	2003	2004	2005	2006	2007
DE	Allemagne	619	805	1'166	1'880	2'998	3'255
FR	France	412	402	392	554	837	982
IT	Italie	236	307	360	446	503	409
AT	Autriche	28	36	64	96	139	301
PT	Portugal	0	0	0	1	102	197
ES	Espagne	0	7	15	82	111	189
BE	Belgique	0	0	0	1	28	187
UK	Royaume-Uni	3	10	10	57	216	169
EL	Grèce	0	0	0	3	47	113
NL	Pays-Bas	0	0	0	0	20	96
-	Autres	59	126	128	440	505	537
EU-27	Europe des 27	1'359	1'693	2'134	3'555	5'507	6'434

Tableau A : Evolution de la production de biodiesel dans l'UE (2002-2007)
Source <http://www.plateforme-biocarburants.ch>

Inlandsverbrauch Biokraftstoffe 2008					
in 1.000 t					
	Jan.	Febr.	März	Kumulation	
				2008	2007
Biodiesel Beimischung	135,1	119,0	129,9	384,0	316,2
Biodiesel Reinkraftstoff	46,7	35,1	70,6	152,4	428,8
Summe Biodiesel	181,7	154,1	200,5	536,3	745,0
Pflanzenöl (PÖL)	22,8	21,2	17,6	61,7	174,5
Summe Biodies. & PÖL	204,5	175,3	218,1	598,0	919,5
Diesekraftstoffe	2.276,3	2.312,8	2.330,5	6.919,6	6.806,6
Anteil Beimischung	5,9 %	5,1 %	5,6 %	5,5 %	4,6 %
Anteil Biodiesel & PÖL	8,7 %	7,4 %	9,0 %	8,4 %	12,4 %
Bioethanol ETBE	25,1	26,3	37,9	89,3	98,8
Bioethanol Beimischung	13,1	13,1	15,3	41,5	28,6
Bioethanol E 85	0,7	0,4	0,5	1,6	1,1
Summe Bioethanol	38,9	39,8	53,7	132,4	128,4
Ottokraftstoffe	1.652,3	1.573,5	1.724,7	4.950,5	5.042,8
Anteil Bioethanol	2,4 %	2,5 %	3,1 %	2,7 %	2,5 %

Quelle: UFOP, nach Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
Anmerkung: Biodiesel Reinkraftstoff und Pflanzenöl aktualisiert nach Stat. Bundesamt

Tableau B : Consommation allemande de biocarburants en 2008 (en milliers de tonnes)
Source UFOP

Compagnie	Nationalité	Capacité de production
Diester Industries / groupe Prolea Sofiproteol	France	665 Ml/an (+500)
Archer Daniels Midland	Etats-Unis (filiale allemande)	575 Ml/an
EOP Biodiesel	Allemagne	365 Ml/an
Novaol	Italie	280 Ml/an
Sauter / Mitteldeutsche UmesterungsWerke (MUW)	Allemagne	200 Ml/an
Fox Petroli / Biofox	Italie	170 Ml/an
Campa Biodiesel	Allemagne	135 Ml/an
Bio-Olwerk Magdeburg	Allemagne	110 Ml/an

Tableau C : Principaux producteurs de biodiesel au sein de l'UE (chiffres 2006 pour l'année 2005)
Source <http://www.platforme-biocarburants.ch>

Pays	Production annuelle [Ml/an]					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
FR France	114	103	128	126	250	578
DE Allemagne	0	0	25	151	431	394
ES Espagne	222	201	244	302	402	348
PL Pologne	83	76	45	86	120	155
SE Suède	63	65	65	164	140	70

IT	Italie	-	-	-	-	128	60
CZ	République Tchèque	103	-	-	1	15	-
HU	Hongrie	6	-	-	15	34	30
CZ	Slovaquie	-	-	-	-	-	30
UK	Royaume-Uni	-	-	-	0	0	20
-	Autres	0	88	109	63	45	52
EU-27	Europe des 27	103	534	618	907	1'565	1'770

Tableau D : Evolution de la production de bioéthanol dans l'UE (2002-2007)
Source <http://www.plateforme-biocarburants.ch>

Compagnie	Nationalité	Capacité de production
Abengoa Bioenergy	Espagne	610 Ml/an
Sauter	Allemagne	310 Ml/an
Südzucker	Allemagne	260 Ml/an
Cristal Union	France	120 Ml/an
SEKAB	Suède	100 Ml/an
Brasco	Portugal	100 Ml/an
Tereos	France	50 Ml/an (+450)
Cargill Portugal	Portugal	50 Ml/an
Agroetanol AB	Suède	50 Ml/an
KWST	Allemagne	30 Ml/an
Saint Louis Sucre	France	15 Ml/an

Tableau E : Principaux producteurs de bioéthanol au sein de l'UE (chiffres 2005)
Source <http://www.platforme-biocarburants.ch>

	Mechanical treatment	Thermal pretreatment	Gasification	Gas purification	Synthesis	Product conditioning
decentralized	centralized					
1	Milling		Entrained-flow gasification	Gas purification	FT synthesis	Product conditioning
		decentralized	centralized			
2	Shredding	Fast pyrolysis	Entrained-flow gasification	Gas purification	FT synthesis	Product conditioning
					decentralized	centralized
3	Shredding		Fluidized bed gasification	Gas purification	Methanol synthesis	Product conditioning
	decentralized	centralized				
4	Shredding	Pyrolysis	Entrained-flow gasification	Gas purification	FT synthesis	Product conditioning
	decentralized	centralized				
5	Shredding	Pyrolysis	Entrained-flow gasification	Gas purification	Methanol synthesis	Product conditioning

Tableau F : Les cinq options technologiques des biocarburants de deuxième génération⁴⁶
Source DENA

⁴⁶ Vocabulaire : to shred = déchiqueter, to mill = mouder

b. Annexe 2 : Les biocarburants en France⁴⁷

Les biocarburants principalement développés en France sont le **bioéthanol** et son dérivé, l'éthyltertiobutylether⁴⁸ (**ETBE**), ainsi que le **biodiesel**.

L'objectif de la France (loi du 13 juillet 2005) est de porter la part des biocarburants dans la teneur énergétique de la quantité totale d'essence et de gazole mise en vente sur le marché national de **2,75% en 2006 à 7% d'ici 2010 (pourcentage énergétique)**. Cette valeur est supérieure à l'objectif européen (5,75% d'ici 2010).

Biocarburants de première génération :

Les filières

Deux familles de biocarburants de première génération (ou agrocarburants AC) sont développées en France depuis 1992 pour les moteurs diesel et essence.

Les **biodiesels EMHV (Esters Méthyliques d'Huile Végétale)** sont incorporés au gazole :

- soit sous forme banalisée (sans obligation de marquage à la pompe) au taux maximum de 7%⁴⁹,
- soit à haute teneur (30% maximum) dans des flottes captives dépendant des collectivités territoriales ou d'entreprises privées.

Le **bioéthanol** est utilisable sous forme banalisée :

- soit directement en mélange avec de l'essence au taux maximum de 5 %,
- soit en incorporation à l'essence sous forme **d'ETBE**. Le taux limite d'introduction d'ETBE dans l'essence est fixé à 15 % maximum en volume.
- soit dans des véhicules adaptés (véhicules à carburants modulables dits *flex fuel*) sous forme de superéthanol **E 85** (85 % d'éthanol – 15 % d'essence).

Production et consommation

- Les consommations ont doublé entre 2006 et 2007. En **2010**, elles devraient à nouveau doubler par rapport à 2007, soit un **quadruplement par rapport à 2006** (cf Tableau G ci-dessous). En effet, la loi d'orientation agricole du 5/01/2006 a fixé des objectifs d'incorporation à hauteur de 5,75% et 7% respectivement en 2008 et 2010 (cf Tableau H ci-après).

Consommation en tonnes	2006	2007	2008*	2009*	2010*
AC diesel	632.000	1.300.000	2.293.000	2.494.000	2.939.000
AC essence (Ethanol)	235.000	426.000	881.000	1.010.000	1.045.000

Tableau G : Evolution des consommations d'agrocarburants en France entre 2006 et 2010

(*Estimations)

Source : MEEDDAT

2006	2007	2008	2009	2010
1,75%	3,5%	5,75%	6,25%	7%

Tableau H : Evolution des taux d'incorporation des agrocarburants en France entre 2006 et 2010

Source : MEEDDAT

Les consommations progressent d'autant plus vite que les **capacités de production** sont planifiées pour dépasser les besoins. Il faut en particulier tenir compte des aléas climatiques qui peuvent affecter les récoltes des matières premières des agrocarburants. En leur absence, le surplus d'agrocarburants pourrait se répartir entre une consommation intérieure supérieure aux prévisions et des exportations (cf Tableau J ci-dessous)

⁴⁷ Voir dossier "Agrocarburants et Environnement", publié par le Ministère de l'Ecologie, Energie, Développement Durable et Aménagement du territoire – 10/12/2008

⁴⁸ 47 % d'éthanol – 53 % d'isobutylène

⁴⁹ A compter de 2008. En 2007, ce taux maximum était de 5%.

	2008	2009	2010
AC essence production*	941.000	1.090.000	1.090.000
AC essence besoins**	633.000	658.000	715.200
AC diesel production*	2.477.000	2.727.000	3.177.000
AC diesel besoins**	2.196.000	2.433.000	2.754.000

Tableau J : Evolution des capacités de production en France entre 2008 et 2010
(*Estimation d'après la capacité de production des installations agréées ; ** Estimation DIREM)
Source : MEEDDAT

- Sur les 53 unités⁵⁰ agréées depuis 2004 pour couvrir les besoins en agrocarburants jusqu'en 2010 et atteindre l'objectif de 7% d'incorporation, **21 usines nouvelles seront construites en France dans 14 régions**, ce qui représente des **investissements de plus de 1,2 milliard d'euros**.

Les incitations publiques directes

A) L'exonération partielle de la TIC applicable aux carburants est fixée chaque année par le Parlement en fonction notamment des cours des produits pétroliers et des matières premières agricoles⁵¹ (voir Tableau K ci-dessous).

	Filière diesel			Filière essence		Brent ⁵² juillet (n-1) juin (n)
	EMHV	Agrodiesel de synthèse	EEHV	Ethanol ⁵³	ETBE ⁵⁴	
2005	33 €/hl	-	-	37 €/hl	38 €/hl	31,25 €/hl
2006	25 €/hl	25 €/hl	30 €/hl	33 €/hl	33 €/hl	46,19 €/hl
2007	25 €/hl	25 €/hl	30 €/hl	33 €/hl	33 €/hl	62,36 €/hl

Tableau K : Évolution des exonérations des AC entre 2005 et 2007
Source : voir note 43

Les taux unitaires de défiscalisation étaient en 2007 de **25 €/hectolitre d'AC diesel et de 33 €/hectolitre d'éthanol**.

A compter du 1er janvier 2008, les exonérations sont de :

- 22 €/hectolitre pour les EMHV et les EMHA incorporés au gazole ou au fioul domestique ;
- 27 €/hectolitre pour le contenu en alcool des dérivés de l'alcool éthylique incorporés aux supercarburants dont la composante alcool est d'origine agricole ;
- 27 €/hectolitre pour l'alcool éthylique d'origine agricole incorporé aux supercarburants ou au superéthanol E85 repris à l'indice d'identification 55 ;
- 22 €/hectolitre pour les EMHV et l'agrodiesel de synthèse de synthèse et 27 €/hectolitre pour les esters éthyliques d'huile végétale, incorporés au gazole ou au fioul domestique.

B) Le dispositif de soutien aux agrocarburants contient également une pénalité, un **prélèvement supplémentaire au titre de la TGAP** (Taxe Générale sur les Activités Polluantes) payée par les distributeurs qui **n'atteignent pas les objectifs d'incorporation inscrits dans la loi d'orientation agricole** (voir Tableau H page précédente).

Pour 2006, le supplément TGAP s'est élevé à 0,4 M€ pour les AC diesel et à 1,9 M€ pour les AC essence (éthanol). Pour 2007, le supplément TGAP s'est élevé à 5,2 M€ pour les AC diesel et à 19,7 M€ pour les AC essence (éthanol).

⁵⁰ 29 unités de production d'AC diesel dont 11 à l'étranger (agrément total en 2010 = 3,15 MT), 20 unités de production d'éthanol (agrément total en 2010 = 870 000 T), 4 unités de production d'ETBE (agrément total en 2010 = 230 000 T équivalent éthanol).

⁵¹ Cette exonération est accordée à des unités de production agréées à l'issue d'appels à candidatures publiés au Journal officiel de l'Union Européenne.

⁵² Brent désigne un mélange de pétroles issus de gisements en mer du Nord. Son prix sert de référence dans le monde.

⁵³ En 2004, pour la première année, l'éthanol incorporé directement dans l'essence a bénéficié d'une défiscalisation.

⁵⁴ L'ETBE contient 47% en volume d'éthanol, c'est cette partie qui peut bénéficier de la défiscalisation.

C) Par ailleurs, une **aide de 45 € à l'hectare est accordée pour les cultures à vocation énergétique** réalisées hors jachères, dites **Aides aux Cultures Énergétiques (ACE)**. Une superficie maximale garantie de 1,5 million d'hectares est prévue pour l'ensemble de l'Europe. Cette aide est justifiée par l'effet bénéfique qu'apportent ces cultures en termes d'effet de serre. Le nombre d'hectares concerné par cette aide s'élevait pour la campagne 2006/2007 à **400 000 ha en France**.

Biocarburants de deuxième génération :

Les voies de recherche et les grands projets de développement

Deux voies de recherches sont explorées pour la production de biocarburants de deuxième génération : la voie thermochimique et la voie biologique (Cf. paragraphe 3.c page 9). Ce sont les deux grands axes du **Programme national de recherche sur les bioénergies (PNRB)** lancé en 2005 par l'Agence nationale de la recherche et délégué à l'Ademe.

Il est dorénavant nécessaire de déployer sur le territoire national, des **démonstrateurs de recherche** de taille significative, afin d'évaluer et valider les potentiels industriels, économiques, sociaux et environnementaux des technologies en cours de développement pour les différentes voies possibles de production de biocarburants de seconde génération.

- Voie biologique : Avec le projet **FUTUROL** de la société PROCETHOL 2G, porté par 11 partenaires, acteurs de référence de la recherche, de l'industrie et de la finance⁵⁵, et financé par **Oséo Innovation**⁵⁶, la France s'est dotée d'une plate-forme qui rassemble l'ensemble des compétences publiques et privées autour d'un projet intégré de recherche et de démonstration sur la **voie biologique**. Le projet FUTUROL se déroulera sur une durée de **8 ans** et prévoit la construction d'un **pilote** d'1t/jour de capacité de traitement de masse sèche puis d'un **prototype** de 10 à 20t/jour. La construction de l'installation pilote a débuté en automne 2008 sur le site agro-industriel de Pomacle-Bazancourt (Marne).
- Voie thermochimique : Un **consortium d'industriels** (Air Liquide, EDF, GDF, Maguin, Lesaffre, Total, Veolia), **de producteurs de biomasse** (Arvalys/ Onidol, ONF, UCFF), **de laboratoires publics** (CEA, CNRS, IFP, INRA, INSA, Universités) et de **financiers** (SOFIPROTEOL), ont décidé d'engager le développement d'un procédé de production de **bioéthanol lignocellulosique** intégrant une étape pilote d'une capacité d'une centaine de tonnes/an (par la technologie de **gazéification**) ainsi qu'une phase prototype de validation, afin de préparer la constitution de filières industrielles de biocarburants de 2^{nde} génération par **voie thermochimique**.

Atouts français pour le développement industriel de la deuxième génération :

La France bénéficie de plusieurs atouts à exploiter :

- Un procédé de synthèse **Fisher-Tropsch** mis au point par l'**IFP** et commercialisé par sa filiale **Axens**.
- L'acquisition de la société **Lurgi** par **Air Liquide** rend disponibles certaines des technologies de gazéification et de purification des gaz de synthèse.
- Les **pôles de compétitivité TENERDIS** en région Rhône-Alpes, et **IAR**, en région Picardie-Champagne-Ardenne, rassemblent un ensemble d'équipes appartenant à divers instituts publics français autour de la problématique du séchage, de la pyrolyse et de la gazéification de la biomasse. Ces projets sont financés en large partie par le programme national de recherche sur les bioénergies (PNRB) de l'ANR et géré par l'ADEME, ainsi qu'à partir de 2008, par le programme ANR "Bioénergies".
- Pour la filière DME/méthanol, le **CEA** développe depuis quelques années des recherches scientifiques et technologiques sur un **procédé allothermique**, également avec le soutien du PNRB. Si elles aboutissent, elles pourraient permettre de mieux tirer profit de la biomasse à condition de bénéficier d'une source exogène d'énergie⁵⁷ à haute température, non émissive de CO₂ et économique, ainsi que d'hydrogène⁵⁸. La faisabilité et l'horizon industriels de ce

⁵⁵ Membres du consortium PROCETHOL 2G : Agro industrie Recherches et Développement (ARD), Confédération Générale des Betteraviers (CGB), Champagne Céréales, Crédit Agricole du Nord-Est, IFP, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Lesaffre, Office National des Forêts (ONF), Tereos, Total et Unigrains.

⁵⁶ Soutien d'OSEO pour un montant de 29,9 millions d'euros

⁵⁷ Apport d'énergie sous forme d'électricité nucléaire, ou même de chaleur de réacteur nucléaire à haute température

⁵⁸ Apport du complément d'hydrogène par électrolyse ou dissociation thermique de l'eau

programme restent toutefois éloignés. le CEA et ses partenaires étudient la possibilité de monter un pilote de 15 000 t/an à Bure (Meuse⁵⁹) qui intégrerait la technologie Fischer-Tropsch, commercialisée par la société Axens.

Biocarburants de troisième génération :

Soutenu par l'ANR (Agence Nationale de la Recherche), le **projet SHAMASH⁶⁰ de l'INRIA** a pour objectif de produire à l'horizon 2010, à partir de microalgues non OGM, 50 litres d'un biocarburant au rendement 30 fois supérieur à celui du colza. Il s'agit donc d'évaluer la **viabilité** à la fois technique et économique d'une telle filière de production pour un marché potentiel évalué à 17 millions de m3 en Europe d'ici 3 à 4 ans. SHAMASH, à ce jour le seul projet français consacré à ce sujet, rassemble des chercheurs issus de différents établissements de recherche (dont **CNRS, CIRAD, CEA et IFREMER**)

Perspectives de R&D

En vue d'augmenter la production de chaleur et de carburants issus de la biomasse, les axes prioritaires de la recherche sont les suivants :

- Augmenter la ressource en biomasse mobilisable ;
- Accroître la performance environnementale et énergétique des équipements de chauffage ;
- Maîtriser la conversion de la biomasse lignocellulosique pour la production de biocarburants de 2^{de} génération ;
- Explorer la production de vecteurs énergétiques de 3^{eme} génération (H₂, lipides,...) par des microorganismes ;
- évaluer les impacts socio-économiques et environnementaux.

Calendrier recherche - démonstration - déploiement

Période	Objectifs
2009-2011	<ul style="list-style-type: none"> - Démonstrateurs de recherche et de plates-formes de développement pour les grandes options de production de biocarburants de 2^{nde} génération. - Questions logistiques (conditionnement et transports de la biomasse, prétransformation) étudiées et expérimentées dans le cadre de programmes de recherche en soutien. - Recherche poursuivie sur la production d'hydrogène et de lipide par voie microbienne.
2012-2015	<ul style="list-style-type: none"> - Validation du portefeuille technologique sur les biocarburants de 2^{eme} génération. - Lancement des premières opérations de taille industrielle en exploitant les résultats des démonstrateurs de recherche. - Poursuite des programmes de recherche pour accompagner l'amélioration, l'évolution des procédés industriels et leur intégration aux filières biomasse. En particulier, test à l'échelle préindustrielle de l'apport de technologies de rupture permettant de faire évoluer les unités autothermiques vers des unités allothermiques. - Développement de démonstrateurs de recherche sur la production d'hydrogène ou autres vecteurs énergétiques et de lipides par voie microbienne engagé.
2015-2020	<ul style="list-style-type: none"> - Maîtrise de l'ensemble des éléments nécessaires à la production de biocarburants (technologie, ressources, maîtrise des bilans environnementaux) - Installations industrielles en fonctionnement et représentent une part croissante du marché. - Intégration effective des installations de production de biocarburants de 2^{eme} génération à des bioraffineries.

Source ADEME

Partenariats internationaux :

La France, représentée par l'Ademe, est membre de l'**accord de coopération de l'Agence internationale de l'énergie sur les bioénergies**. Elle a participé à des travaux de recherche dans le cadre du 6^{eme} PCRD (avec comme partenaires entre autres le Royaume-Uni, l'Allemagne, la Suède, la Finlande, les Pays-Bas, l'Espagne et l'Italie) et également à une opération de jumelage avec la Bulgarie sur les biocarburants via l'Ademe. L'Ademe participe également à l'**Eranet "Bioénergie"** qui vise à favoriser des synergies entre les programmes nationaux de R&D.

⁵⁹ Ce programme s'effectue dans le cadre du programme d'accompagnement économique de la Haute Marne et de la Meuse.

⁶⁰ Voir BE France 193 : " A la recherche d'un autre biocarburant" – 6/06/2007

c. Annexe 3 : Acteurs et contacts dans le domaine des biocarburants en Allemagne

- Institutions Fédérales -

BMELV (ministère de l'agriculture) – responsable de la recherche dans le domaine de la bioénergie http://www.bmelv.de/	<i>Herr Neumann</i> Tel: +49 30/2006 – 3104 <i>Dr. Ohlhoff</i> Tel: +30/2006 - 3294
BMU (ministère de l'environnement) http://www.bmu.de/allgemein/aktuell/160.php	<i>Herr Reinhard Kaiser</i> (responsable protection du climat et énergies renouvelables) Tel : +49 188 305 3605
BMVBS (ministère des transports) http://www.bmvbw.de	<i>Nilgün Parker</i> (biocarburants)– contact BTL Tel : +49 30 2008 2411 parker@bmvbw.bund.de
BMWi (ministère de l'économie) – responsable du programme de recherche énergie du gouvernement) http://www.bmwi.de/	<i>Frau Wittek</i> (responsable Energie et environnement ; énergies renouvelables) Tel : +49 30-2014-7319
BMBF (ministère de la recherche) http://www.bmbf.de/	<i>Dr. Uwe Kminikowski</i> (responsable du soutien fédéral envers la Helmholtz Gemeinschaft) Tel : +49 1888/57-2215
UBA – office fédéral de l'environnement http://www.uba.de/	<i>Dr. Klaus Müschen</i> (responsable climat, environnement et énergie) Tel : +49 340 2103-2081 <i>Dr. Friedrich</i> (responsable département transport)

- Agences de l'énergie -

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) E-Mail: info@dena.de http://www.deutsche-energie-agentur.de/	<i>Dr. Michael Böhl</i> (responsable énergies renouvelables) boel@dena.de Tel: +49 30 72 61 65 - 680 <i>Volker Jaensch</i> (contact pour le BtL) Tel : +49 30 72 61 65 688
Agence des matières premières renouvelables (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe ou FNR) E-Mail: info@fnr.de http://www.fnr.de/	<i>Dr.-Ing. Thorsten Gottschau</i> (soutien des projets BtL et gazéification de la biomasse) Tel: +49 3843-6930-110 t.gottschau@fnr.de <i>Dietmar Kemnitz</i> (biocarburants) Tel: +49 38 43 169 30 137 d.kemnitz@fnr.de

- Communauté des centres de recherche Helmholtz : FZK - Centre de recherche de Karlsruhe -

Centre de recherche de Karlsruhe (FZK) http://fzk.de/	<i>Dr. Peter Fritz, Prof. Manfred Popp</i> membres du directoire
➤ Institut des techniques de la chimie (ITC) Programmes Energie et Développement durable et technique : <ul style="list-style-type: none">- Synthèse de gaz de synthèse et d'hydrogène issus de la biomasse pour des applications chimiques et énergétiques	<i>Dr. Nicolaus Dahmen</i> (responsable de l'installation pilote de BtL) nicolaus.dahmen@itc-cpv.fzk.de Tel : +49 72 47 82 2596 <i>Prof. Dr. Eckhard Dinjus</i> directeur de l'institut CPV (procédés physico-chimiques)
➤ Institut des techniques du nucléaire et de l'énergie (IKET) Programme développement durable et technique : <ul style="list-style-type: none">- pyrolyse, gazéification, combustion de la biomasse- modélisation de la combustion pour l'incinération de déchets,- étude de la pyrolyse de déchets et de biomasse : optimisation des procédés des centrales, production de charbon actif à partir de biomasse, production de carburants par le procédé Biomass to Liquid Programme Energie <ul style="list-style-type: none">- production d'hydrogène à partir de biomasse	<i>Dr. Dietmar Kuhn</i> (responsable procédés énergétiques) Tel : +49 7247 82 3483 dietmar.kuhn@iket.fzk.de <i>Dr Lambert Krebs</i> Tel : +49 7247 82 3466 <i>Dr. Starflinger¹</i> Tel : +49 7247 82 3445 (contacts pour BtL)

- Les Projektträger (organismes chargés de la gestion de projet)-

Projektträger FNR http://www.fnr.de - Domaine Bioénergie	Tel : +49 3843 6930 0 info@fnr.de www.fnr.de
---	--

- Autres centres de recherche -

Clausthaler Umwelttechnik -Institut GmbH (CUTEC) - Bioénergies, biocarburants (gazéification, pyrolyse) http://www.cutec.de/	<i>Dr. Stefan Vodegel</i> Tel.: 05323 933-122: stefan.vodegel@cutec.de
Université technique de la Bergakademie - Institut des procédés énergétiques et des sciences chimiques de l'ingénieur (IEC) Projet d'installation pilote de production de méthanol et de carburant de synthèse (conception jusqu'à fin 2006 par l'entreprise Chemieanlagenbau Chemnitz GmbH) http://www.iec.tu-freiberg.de/	<i>Dr. Thoms Kuchling</i> kuchling@iec.tu-freiberg.de Tel: +49 3731 39 45 33
Öko-Institut e.V. - Instruments politiques pour favoriser le développement des énergies renouvelables - Perspectives des énergies renouvelables http://www.oeko.de/	<i>Dr. Felix Christian Matthes</i> (département Energie et protection de l'environnement) Tel : +49 30/28 04 86 80

- Les acteurs industriels : les entreprises de la R&D -

Total Deutschland

- Biocarburants de 1e et 2e génération
- Hydrogène

<http://www.total.de>

M. Patrick Schnell
(responsable développement durable/ nouvelles énergies)
Tel : +49 30 20 27 74 10
Patrick.schnell@total.de

CHOREN Industrie

<http://www.choren.com>

Matthias Rudloff
Business Development
Manager
Tel : +49 3731-266222
matthias.rudloff@choren.com

FutureEnergy

Gazéification de la biomasse dans le but d'obtenir des combustibles liquides

<http://www.future-energy.de>

Dr. Klaus-Dieter Klemmer
Tel +49 3731 785 384
k.klemmer@future-energy.de

Lurgi AG (groupe GEA Group AG)

- production de gaz (biogaz, méthanol, hydrogène) et de biocarburants à partir de biomasse
- depuis juillet 2005, Lurgi a signé 9 contrats pour des installations de biodiesel, pour un montant de 200 millions d'euros
- le centre de recherche de Lurgi a un budget de plus de 6 millions d'euros

<http://www.lurgi.com/english/nbsp/index.html>

Ulrich Wolf
(Directeur technologies du Syngas)
Tel : +49 69 5808 3238
ulrich_wolf@lurgi.de

Prof Noveck
Tel : +49 695 80 81 455
(contact pour BtL)

Shell

- surtout solaire mais aussi biocarburants

<http://www.shell.com/home/Framework?siteId=de-de>

Rainer Winzenried
Tel: +49 40-6324-5650
rainer.winzenried@shell.com

7. Lexique

AC : agrocarburant = biocarburant de première génération

ACE : Aides aux Cultures Énergétiques

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AGQM : Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel (Communauté de travail en management de qualité du biodiesel)

ANR : Agence nationale de la recherche

BDB : Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft (Union fédérale de l'économie allemande du bioéthanol)

BMBF : Bundesministerium für Bildung und Forschung (Ministère fédéral de l'enseignement et de la recherche)

BMELV : Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Ministère fédéral de l'alimentation, de l'agriculture et de la protection du consommateur)

BMU : Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Ministère fédéral de l'environnement, de la protection de la nature et de la sûreté nucléaire)

BMVBS : Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Ministère fédéral du transport, de la construction et du développement urbain)

BtL : Biomass to Liquid

CEA : Commissariat à l'Énergie Atomique

CUTEC : Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH (Institut de techniques environnementales de Clausthal GmbH)

DENA : Deutsche Energie-Agentur GmbH (Agence allemande de l'énergie)

DIREM : Direction des Ressources Énergétiques et Minérales.

DM : Dry matter (matière sèche)

DME : Diméthyléther

EEHV : Esther éthylique d'huile végétale.

EMHV : Esters Méthyliques d'Huile Végétale

EMHA : Esters Méthyliques d'Huile Animale

ETBE : Ethyl Tertio Butyl Ether

FM : Fresh matter (matière fraîche)

FNL : Fördergemeinschaft für nachhaltige Landwirtschaft (Société de soutien pour une agriculture durable)

FNR : Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Agence allemande pour les matières premières renouvelables)

FZK : Forschungszentrum Karlsruhe (Centre de recherche de Karlsruhe)

IAR : Pôle de compétitivité français Industries et Agro-Ressources

IEC : Institute for Energy Process, Engineering and Chemical Engineering (Institut pour l'Ingénierie des procédés énergétiques et chimiques)

KIT : Karlsruher Institut für Technologie (Institut de technologie de Karlsruhe)

MEEDDAT : Ministère de l'Ecologie, Energie, Développement Durable et Aménagement du territoire

MtS : Methanol-to-Synfuels

OGM : Organisme génétiquement modifié

PNRB : Programme national de recherche sur les bioénergies

SNG : Gaz Naturel de Substitution

TCR : Taillis à courte rotation

TENERRDIS : Pôle de compétitivité français Technologies Énergies Nouvelles Énergies Renouvelables Rhône-Alpes, Drôme, Isère, Savoie

TES : Transport Energy Strategy

TIC : Taxe Intérieure de Consommation

VDA : Verband der Automobilindustrie (Fédération des constructeurs automobiles)

VDB : Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie (Union de l'industrie allemande de biocarburants)