

**Commission Interministérielle
pour les Véhicules Propres et Economes**

Recommandations pour un développement durable des Biocarburants en France

Rapport du groupe de travail
Sur les biocarburants

André DOUAUD, Président
Jean-François GRUSON, Rapporteur
Le 15 Janvier 2006

Synthèse des recommandations et priorités

L'énergie nécessaire au transport routier doit faire face à 2 enjeux majeurs que la forte hausse du pétrole en 2005 n'a fait que mettre à la une des priorités. Il s'agit de réduire de façon importante les émissions de CO₂ d'origine fossile et de sortir le transport de sa dépendance énergétique du tout pétrole.

Les carburants issus de la biomasse constituent dès à présent la réponse la plus concrète à ces enjeux mais leur mise en œuvre nécessite le déplacement de pratiques quasi séculaires aussi bien dans le secteur agricole que dans celui de l'énergie et des carburants.

L'implication des pouvoirs publics dans la durée est un facteur clé indispensable au succès de politiques ambitieuses de développement des biocarburants. L'utilisation de la TGAP permet d'envisager un transfert du contribuable au consommateur du surcoût des biocarburants.

Le développement des biocarburants (de 1% à 10% entre 2005 et 2012) passe par une recherche active d'amélioration des coûts de production, de transformation et d'utilisation pour atteindre l'équilibre même par rapport à un prix de pétrole cher (de 50 à 80\$/bl). Il semble prudent de se préparer à la mondialisation du marché des biocarburants, stratégie très fortement souhaitée par certains pays gros producteurs.

A court terme, c'est la stratégie de mélange de biocarburants dans les carburants pétroliers classiques qui s'avère la plus efficace pour la France car la totalité des 36 millions de véhicules du parc routier français peut en bénéficier.

Les filières Ester d'huile végétale (EHV) dans les gazoles en priorité et dérivés d'éthanol sous forme d'ethyl tertio butyl ether (ETBE) et d'éthanol déshydraté sont en mesure de satisfaire au calendrier du plan biocarburant français de septembre 2004 (5,75% en valeur énergétique en 2010). L'avancement du calendrier à 2008 va nécessiter de revoir profondément les utilisations des surfaces agricoles, en particulier pour la filière à base d'huiles végétales.

Compte tenu du rapport gazole / essence de l'ordre de 3 du marché français et de sa prévision de croissance, des développements pour l'utilisation de l'éthanol dans les diesel sous forme d'EEHV (Ester Ethylique d'Huile Végétale) ou d'autres formulations compatibles avec les exigences d'un moteur diesel doivent être stimulés.

Il est certain que les filières actuelles alcool et huile d'origine alimentaire ne permettront pas pour le long terme des croissances importantes des taux de substitution du pétrole transport au-delà de 20% tout en optimisant le CO₂ évité et la baisse des coûts de production. Il est donc essentiel d'engager d'importants programmes de recherche et d'innovation industrielle ayant pour objectif la transformation de biomasses énergétiques, en particulier non alimentaire en carburants liquides de synthèse adaptés au cahier des charges des

motorisations des décennies futures. Le Programme National de Recherche Français sur les biocarburants répond à cette recommandation. Les filières biocarburants du futur doivent se fixer comme objectif à long terme d'être un élément clé dans la réduction par le facteur 4 des émissions de CO₂ d'origine fossile dans des conditions économiques permettant un taux de substitution au pétrole transport d'environ 30%.

Le groupe de travail a établi les 3 priorités suivantes qui synthétisent l'ensemble des recommandations détaillées dans le rapport.

1/ A court terme réaliser les plans biocarburants actuels en recherchant l'efficacité énergétique et le moindre recours aux énergies fossiles pour leur production avec un coût acceptable pour la collectivité.

2/ Disposer des outils de modélisation pour évaluer finement les coûts de revient et le bilan énergétique des différentes filières, en particulier en prenant en compte les évolutions possibles de la PAC.

3/ Préparer la transition vers les carburants de synthèse issus de la biomasse en priorisant des programmes de Recherche et Innovation Industrielle à la fois sur les problématiques des ressources et sur celles des technologies.

Vu la complexité du dossier des Biocarburants, du grand nombre d'acteurs et de filières le groupe estime qu'un effort particulier de coordination reste nécessaire et que la mise en place récente d'une structure assurant cette fonction doit être renforcée.

Sommaire

Synthèse des recommandations et priorités	2
<i>Sommaire</i>	4
Priorités	5
Les 13 Recommandations	5
Constats.....	10
<i>Le risque avéré de réchauffement climatique impose une réduction des émissions de gaz à effet de serre.</i>	10
<i>Le transport routier dépend à plus de 98% des énergies fossiles émettrices de CO2</i>	11
<i>L'intérêt en termes d'émissions polluantes des biocarburants devenu relatif, ceux-ci doivent être réévalués en fonction des nouveaux enjeux: CO2 et alternative au tout pétrole.</i>	12
<i>Situation des biocarburants dans le Monde et en France.</i>	14
<i>Le cadre législatif</i>	15
<i>L'influence de la Politique Agricole Commune (PAC)</i>	16
<i>Les coûts de production</i>	17
<i>Les développements actuels des filières biocarburants en France</i>	18
<i>Les surfaces agricoles disponibles en France</i>	19
<i>Les contraintes techniques d'utilisation des biocarburants dans les véhicules</i>	20
<i>L'utilisation des biocarburants : en mélange banalisé dans les carburants pétroliers ou en motorisation dédiée</i>	22
Quelle stratégie pour le long terme ? Recherche Innovation.....	23
<i>Accroître la ressource</i>	24
<i>Les procédés de conversion</i>	27
Lettre de mission.....	31
Réunions du Groupe de Travail.....	32
Participants	33
<i>Auditions et contributions</i>	34
<i>Références bibliographiques</i>	35

Priorités

Le groupe de travail a établi les 3 priorités suivantes:

1/ A court terme réaliser les plans biocarburants actuels en recherchant l'efficacité énergétique et le moindre recours aux énergies fossiles avec un coût acceptable pour la collectivité.

2/ Disposer des outils de modélisation pour évaluer finement les coûts de revient et l'efficacité énergétique des différentes filières, en particulier en prenant en compte les évolutions possibles de la PAC.

3/ Préparer la transition vers les carburants de synthèse issus de la biomasse en priorisant des programmes de Recherche et Innovation Industrielle à la fois sur les problématiques des ressources et sur celles des technologies.

Vu la complexité du dossier des Biocarburants, du grand nombre d'acteurs et de filières le groupe estime qu'un effort particulier de coordination reste nécessaire et que la mise en place d'une structure assurant cette fonction doit être renforcée.

Les recommandations du groupe de travail qui sont présentées maintenant visent donc à proposer des solutions pour répondre à ces priorités.

Les 13 Recommandations

Le groupe de travail "biocarburants" de la CIVEPE a abouti à la fin de ses travaux de l'année 2005 à l'élaboration d'une série de recommandations aussi bien de court terme que de long terme visant à répondre aux priorités identifiées par le groupe.

1. Le transport routier doit faire face à 2 enjeux majeurs pour lesquels les biocarburants constituent une réponse potentiellement des plus efficaces

- réduire de façon importante dans le cadre des objectifs long terme de réduction d'un facteur 4 des émissions de CO₂ d'origine fossile en tenant compte d'une approche globale du puit à la roue.
- sortir le transport routier de la dépendance énergétique quasi exclusive au pétrole

1. La biomasse énergie :
nécessité
d'approche
intégrant tous
les usages

L'exploitation de la biomasse énergie doit cependant être examinée sur l'ensemble des secteurs d'utilisation : chaleur, production d'électricité, chimie... sans exclusive en faveur des carburants pour les transports. Cette approche intégrée doit privilégier en priorité les secteurs les mieux adaptés d'un point de vue

technique et économique et pour lesquels il n'existe peu ou prou d'autres énergies alternatives "non émettrices" de CO₂.

2. Il convient d'être vigilant sur les applications carburant qui se caractérisent par un niveau important de taxation favorable à la mise en place d'incitations fiscales (0,33 et 0,38 €/litre en France sur la TIPP). La directive (2003/96/CE) sur la fiscalité donne aux Etats membres la possibilité d'exonérer partiellement ou totalement d'accises les biocarburants.

Cette situation spécifique à la filière carburant est à double tranchant. La défiscalisation permet le lancement d'une nouvelle filière, mais elle entraîne des pertes de recettes fiscales d'autant plus coûteuses que la filière réussit.

2. Deux questions clé :
Fiscalité et Economie

L'alternative mise en place par la loi de finances 2005 via une nouvelle composante sur les carburants de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP) caractérisée par un mécanisme de déduction fonction du taux d'incorporation en biocarburants peut être un moyen de transférer aux consommateurs le financement de la charge et de diminuer le montant de la défiscalisation sur la TIPP.

La nécessité d'une production économiquement équilibrée constitue un objectif clé de toute stratégie de développement durable des biocarburants.

3. Urgence et persévérance des stratégies

3. Ces enjeux se situent à une échelle de temps de l'ordre de 20 à 50 ans mais compte tenu de la très grande constante de temps nécessaire pour la réalisation d'infrastructures énergétiques et agricoles, les résultats escomptés de 2020 à 2050 nécessitent des engagements stratégiques immédiats, pérennes et compatibles avec les règlements européens et internationaux.

4. Long terme
Priorité R&D,
Innovation Industrielle
Biocarburants de synthèse

4. La première phase de ces engagements porte sur la R&D de transformation de biomasse énergétique en particulier non alimentaire en des carburants de synthèse adaptés au cahier des charges des motorisations des décennies futures. Cette stratégie de R&D qui vise une rupture dans les rendements et les coûts de production actuels de biocarburants est fortement recommandée.

Elle doit impliquer, outre les centres de recherches experts du domaine, les industriels du secteur de l'énergie qui sont les mieux placés pour aborder efficacement le développement de ces procédés ainsi que les secteurs agricole et forestier pour ce qui concerne la matière première.

5. La stratégie long terme ne doit pas inhiber les plans court terme qui portent sur l'incorporation en mélange dans les carburants pétroliers de biocarburants issus des 2 filières classiques suivantes qui permettent de diminuer les émissions de gaz à

5. Court terme : éthanol/ETBE et dérivés des huiles

effet de serre du secteur des transports dès aujourd'hui sans rupture dans le système actuel énergie-véhicule.

- o les dérivés des huiles végétales dans les gazoles
- o les alcools ou leurs dérivés dans les essences ; leur éventuel potentiel dans les gazoles est également important.

6. Respect des spécifications carburants et révision des règlements

6. La formulation des carburants actuels répond à des spécifications très strictes qu'il est indispensable de respecter compte tenu des réglementations antipollution Euro 4, Euro 5... qui sont imposées aux constructeurs automobiles. L'incorporation de biocarburants ne lève pas ces exigences de spécifications rigoureuses. Cependant, il est recommandé que la Commission Européenne et les parties prenantes industrielles réexaminent les questions relatives à l'incorporation de biocarburants à des teneurs supérieures à celles de la directive EC/98/70, qui autorise déjà réglementairement l'incorporation d'éthanol jusqu'à 5%, d'ETBE jusqu'à 15 % dans l'essence et d'EMHV jusqu'à 5 % dans le gazole, pour une vente banalisée à la pompe (des taux plus élevés sont actuellement possibles mais une information à la pompe est alors obligatoire).

Il s'agit de mettre en cohérence l'ensemble des textes réglementaires régissant ces questions (les teneurs maximales autorisées sur base volume 5% ou contenu énergétique 5,75%). Cet examen est d'ailleurs indispensable pour respecter les engagements du Plan Biocarburant Français en phase avec la directive EC/2003/30 et les actions prévues au plan Climat à l'horizon 2012.

La question de la "fongibilité" (mutualisation) des quantités incorporées dans l'essence et le gazole moteur devra être regardée avec pour optique l'optimisation de l'allocation des surfaces agricoles et la réduction des coûts tout en assurant une flexibilité plus grande pour les opérateurs.

7. Priorité à la transparence et la baisse des coûts

7. Des données transparentes et consensuelles sur les coûts des biocarburants dans une perspective de développement important doivent être à la disposition des pouvoirs publics qui accordent aux producteurs de biocarburants des mesures fiscales ou réglementaires. S'il est essentiel de garantir dans le temps un accès compétitif au marché, il est aussi recommandé de ne pas subventionner des rentes de situation. Ces informations vont être d'autant plus importantes qu'un marché international se met en place avec les règles habituelles de l'OMC.

8. La filière alcool sous sa forme éthanol en mélange direct dans les essences pose des difficultés techniques bien connues.

- o Les distributeurs indiquent que la distribution par oléoducs (pipeline) de carburants éthanolés est techniquement impossible. L'utilisation des pipes

8. Alcool :
poursuivre la
voie ETBE et
rechercher des
débouchés
diesel

requiert en fait deux conditions: d'une part mettre en place des flux de type essence-éthanol-essence, d'autre part ne pas faire passer de jet fuel dans le système, ce qui revient à utiliser des pipes dédiés. C'est la pratique au Brésil en accord avec Petrobras et ponctuellement aux Etats-Unis (eg: Shell en Californie) et au Canada. Le mélange en dépôt apporte une réponse à ce point.

- La décroissance de la demande en essence en Europe du fait de la diésélisation des VP (favorable à la baisse des émissions de CO₂) impose des exportations croissantes que l'incorporation d'éthanol amplifierait.
- Le respect des spécifications sur la tension de vapeur et la volatilité du mélange final essence/éthanol impose également la reformulation en raffinerie d'une base carburant spécifique adaptée. Cette démarche est du ressort de l'industrie pétrolière

Le GT recommande de maintenir et soutenir la filière ETBE car elle ne pose pas de problèmes de distribution et d'utilisation. Elle peut représenter aujourd'hui un volume potentiel d'éthanol évalué à 0,5 Mt/an, en se basant sur les capacités totales existantes de production d'éthers en France (en ajoutant les capacités de Rotterdam, on disposerait de 0,3 Mt supplémentaires).

Il considère souhaitable d'évaluer précisément les investissements et procédures de contrôle qualité à mettre en place pour permettre le déploiement d'une filière éthanol en mélange direct dans l'essence.

Le GT recommande enfin une démarche vigoureuse de R&D pour développer des procédés efficaces de transformation de l'éthanol en produits compatibles avec les gazoles. La filière des Esters Ethyliques d'Huiles Végétales EEHV, qui constitue un premier élément de réponse, devrait être fortement encouragée (les quantités d'éthanol concernées pourraient atteindre à terme de l'ordre de 0,2 à 0,3 Mt par an), même si tous les aspects techniques ne sont pas encore évalués au niveau des différents procédés disponibles sur le marché; le Brésil est en train de mettre en place un soutien à cette dernière filière. Le système réglementaire aussi bien technique que fiscal doit permettre leur déploiement sans contraintes injustifiées. Les EEHV doivent bénéficier de l'homologation "carburant" dans les meilleurs délais ainsi que tout autre molécule fabriquée à partir d'huile végétale ou d'éthanol sous réserve de leur compatibilité avec les spécifications techniques des carburants et des moteurs.

9. La filière des esters d'huiles végétales (EHV) ne pose aucun problème pour des incorporations en mélange jusqu'à 5% dans les gazoles. L'utilisation de carburants 100% ester qui est pratiquée en Allemagne rencontre des difficultés, du fait de l'obligation d'adapter le véhicule. Compte tenu de la très forte demande de carburants diesel en Europe, du déficit de production de gazole, les distributeurs

9. Huile :
Distributeurs et
utilisateurs sont
favorables au
développement
de la filière
EHV

sont favorables à une croissance des taux d'utilisation au delà de 5%. Cette augmentation éventuelle des taux doit être validée au regard des exigences du parc automobile et de celui des véhicules utilitaires (mélange et qualité des produits (impuretés), pouvoir lubrifiant...). Elle pourrait fournir également aux distributeurs une flexibilité pour le respect en moyenne des taux objectifs d'incorporation.

Des développements en cours pourraient aboutir à la mise sur le marché de biocarburants nouveaux tels que par exemple ceux issus d'un hydrotraitement direct d'huiles végétales en raffinerie (une option supplémentaire pourrait être l'utilisation de graisses d'origine animales). Le système réglementaire aussi bien technique que fiscal doit permettre leur déploiement sans contraintes injustifiées.

10. Suivre la
filiale des "Fuel
Flexible"
véhicules au
Brésil
Potentiel long
terme à
évaluer

10. Le concept de moteurs dédiés à des biocarburants spécifiques n'apparaît pas aujourd'hui comme une voie efficace à court terme pour un déploiement massif des biocarburants en France car cette approche implique le développement de flottes de véhicules adaptés ainsi que celui des réseaux de distribution spécifiques. Il convient cependant d'être attentif au développement des technologies et du marché des "fuel flexible vehicles" au Brésil dans lequel la plupart des constructeurs européens sont partie prenante. Il serait nécessaire également de s'assurer de l'adéquation de ces véhicules aux futures normes d'émissions EURO5 et de l'évolution de la prise en compte éventuelle des polluants non réglementés en particulier le formaldéhyde.

A plus long terme, sur la base d'une évaluation des futures disponibilités en biocarburants, toutes filières confondues, il est important d'identifier les technologies pouvant contribuer à la réalisation de l'objectif de réduction des émissions de CO2 d'un facteur 4 à l'horizon 2050: par exemple la combinaison de motorisation hybride thermique/électrique et "fuel flexible" pétrole/biocarburant.

11. Avis
négligé huile
directe en
automobile

11. L'utilisation directe des huiles végétales pures n'est pas retenue par le groupe. Le cahier des charges des applications à des véhicules routiers qui doivent respecter un ensemble des règlements environnementaux de niveau élevé et garantis pour des kilométrages importants ne permet pas aujourd'hui de recommander cet usage d'autant plus que l'estérification donne des produits parfaitement adaptés aux exigences du marché. Les expériences observées en particulier en Allemagne restent limitées à des flottes de véhicules modifiés et font généralement référence à un carburant certifié. Enfin les dernières expériences réalisées sur une flotte de tracteurs agricoles en Allemagne ont fait apparaître des incidents sérieux sur les moteurs.

Les applications du biogaz doivent être recherchées en priorité hors du secteur transport compte tenu de sa nature physique et des contraintes de spécification du produit pour l'application automobile. Une application locale via des flottes

captives est cependant envisageable. Une question connexe porte sur son intégration dans le réseau de distribution de gaz naturel.

12. Nécessité de "plan" de ressources

12. La limitation des terres disponibles en jachère, les différences de rendements à l'hectare des filières, en particulier pour les EHV, sont des facteurs limitants forts pour le développement des biocarburants. Un Plan détaillé des ressources en biomasse énergétique pour la France et l'Europe doit donc être clairement élaboré en prenant en compte l'ensemble des filières court, moyen et long terme. Le développement et l'utilisation de modèles d'optimisation comme ceux développés par l'INRA et l'IFP doivent être soutenus et devraient permettre d'étudier les solutions optimales de déploiement de ces filières.

13. D'un marché "national" à un marché international

13. Un autre enjeu apparaît: la convergence vers un marché européen "transparent" pour les biocarburants ce qui passe par une relative harmonisation des conditions fiscales dans l'ensemble des pays de l'Union européenne et signifie un "abandon" ou une limitation d'éventuelles préférences nationales. Les impacts d'évolutions programmées ou possibles de la PAC doivent être aussi clairement identifiés.

Au-delà se pose également l'intégration de ce marché dans le commerce international sur la base des règles de l'OMC: flux possibles d'éthanol ou d'huiles de base en provenance de pays divers, principalement en zones tropicales (Brésil, Asie...). Les enjeux se situent aussi bien au niveau des produits qui pourraient être importés que des technologies que la France pourra exporter.

Constats

Le risque avéré de réchauffement climatique impose une réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La communauté internationale reconnaît désormais le risque de réchauffement climatique et les initiatives concrètes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropiques se multiplient dans tous les grands secteurs consommateurs d'énergie. Au niveau politique international on notera en 2005 l'adhésion de la Russie au protocole de Kyoto qui en permet la mise en œuvre concrète.

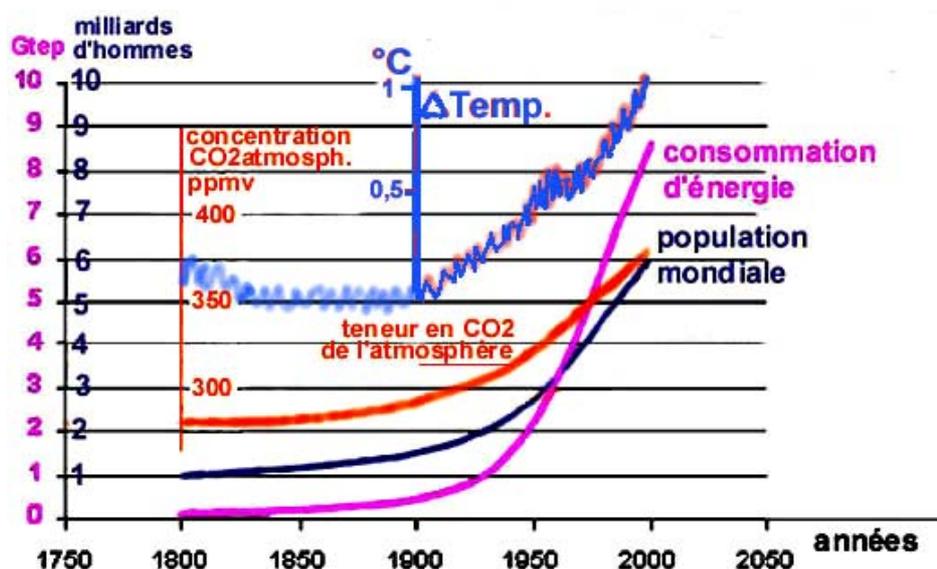


Figure 1. Evolutions concomitantes de la consommation mondiale d'énergie, la population mondiale, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère et de la température atmosphérique moyenne.

Source : DGEMP 22 décembre 2004. Académie des Technologies Commission Energie Environnement

En envisageant la réduction par un facteur 4 des émissions de CO₂ à l'échéance de 2050 certains pays, dont la France, engagent des réflexions beaucoup plus ambitieuses que les objectifs de Kyoto. L'exercice mené en particulier par la DGEMP en 2004 consiste à positionner le curseur du scénario facteur 4 entre réalisme et utopie et d'étudier les options techniques et économiques permettant d'aboutir à une telle diminution.

Quoi qu'il en soit, il y a consensus sur l'urgence, l'importance et la pérennité des mesures concrètes à prendre. Il n'est peut être pas excessif de parler de nouvelles orientations en rupture avec les pratiques traditionnelles de progrès incrémentaux fusse-t-ils d'économie d'énergie ou de maîtrise des émissions de gaz à effet de serre.

Le transport routier dépend à plus de 98% des énergies fossiles émettrices de CO₂

Du point de vue de l'énergie et du CO₂, le transport routier mondial peut être caractérisé par quelques chiffres repères. La route contribue pour environ 20% aux émissions de CO₂ anthropogénique planétaire (environ 23 milliards de tonnes en 2000) et les autres modes de transport, air, eau, divers pour 7%. La consommation d'énergie des transports est actuellement de l'ordre de 2 milliards de tonnes équivalent pétrole dont seulement 35 millions de tonnes de carburants alternatifs : gaz de pétrole liquéfiés, gaz naturel, éthanol et ses dérivés, dérivés des huiles végétales.

Si la demande pétrolière de la planète continue de s'accroître (de 1,7 à 1,8 % par an en moyenne sur les 25 à 30 prochaines années selon les scénarios tendanciels de l'AIE, de l'UE ou du DOE), la plupart des grandes zones de production hors OPEP offrent, dans l'état actuel des connaissances, des perspectives de développement assez limitées. La mer du Nord représente actuellement près de 6 % de l'offre mondiale, mais elle a aujourd'hui entamé son déclin. Il en va de même des principales zones de production de la région Asie Pacifique. Les États-Unis ne devraient pas voir leur production s'accroître massivement dans les années à venir. Principale zone hors OPEP présentant dans les années à venir un potentiel de développement important, la Communauté des États Indépendants (CEI) ne semble cependant pas pouvoir sur le long terme assurer seule le déficit de production. L'OPEP, qui concentre la plus grande part des réserves identifiées d'or noir de la planète, et plus particulièrement les pays pétroliers du Moyen-Orient, semblent être les seuls à pouvoir sur le long terme satisfaire l'accroissement de la demande.

On peut parler de transport "tout pétrole" et par conséquent de CO₂ transport "tout fossile". En France, après une croissance de 25% des émissions de CO₂ de la route entre 1990 et 2000, on constate depuis lors une rupture de pente vers la stabilisation de celles-ci. Les évolutions récentes des prix des carburants (en Août 2005, SP95 > 1,50 € et gazole > 1,2€ seuils psychologiques ?) semblent, d'après les relevés du CPDP accélérer la récession de consommation de carburant et par conséquent d'émission de CO₂, mais cette évolution correspond essentiellement à des ajustements de comportement des consommateurs dont il faudra vérifier la pérennité.

Le renouvellement du parc automobile avec un glissement régulier du marché vers les véhicules économes (+6% pour CO₂<120g/km et +24% pour CO₂<140g/km entre 2003 et 2004 d'après le CCFA) montre le bénéfice apporté par les nouvelles technologies de motorisation : diesel injection directe, downsizing.

Tout en reconnaissant ces bonnes orientations de consommation, on constate néanmoins que ces tendances, fussent-elles positives ne s'inscrivent pas encore dans la démarche "facteur 4". Seul le recours à des énergies alternatives contenant moins ou pas de carbone fossile et accessible massivement constitue une réponse potentielle. Les biocarburants entrent dans cette catégorie.

L'intérêt en termes d'émissions polluantes des biocarburants devenu relatif, ceux-ci doivent être réévalués en fonction des nouveaux enjeux: CO₂ et alternative au tout pétrole.

Jusqu'à un passé récent, les défenseurs des filières biocarburant recherchaient une justification environnementale dans la réduction des émissions polluantes réglementées : CO, COV, NO_x, particules. Les sévérations successives des règlements Euro 1, 2, 3, 4... imposent aux motorisations classiques essence et diesel des niveaux de dépollution tels que les atouts éventuels des biocarburants s'estompent et même peuvent s'inverser. Il n'est plus possible de

justifier l'intérêt des biocarburants sur la base de leurs seules performances de moindre pollution règlementée.

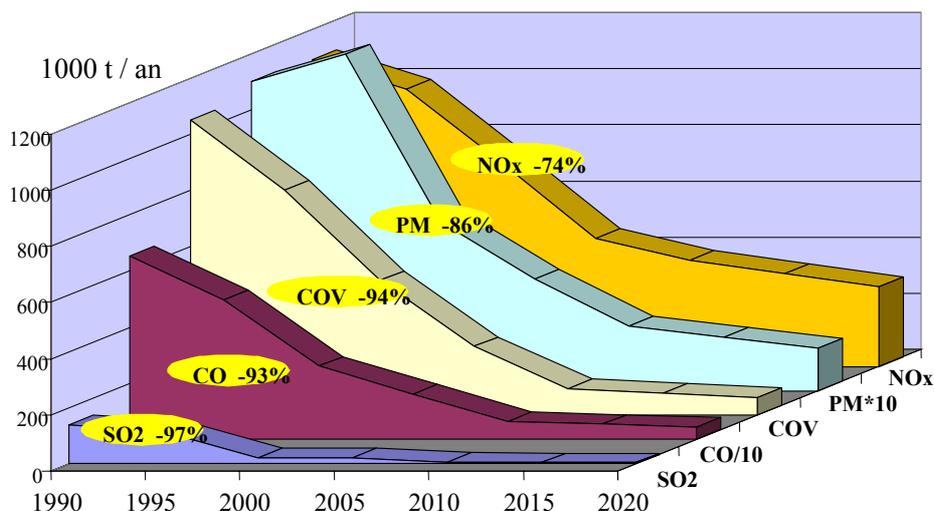


Figure 2: Les émissions du transport routier en France. Historique 1990 – 2003 et projection 2020.
Source : CCFA (réf. CITEPA)

L'intérêt des biocarburants et sans doute leur avenir, apparaissent de plus en plus liés à leur contribution à la réduction des émissions de CO₂. Cependant, l'intérêt des biocarburants de ce point de vue dépend non seulement de chaque filière, mais également de la situation du marché des carburants dans chaque région, ainsi que de la pression qui sera mise au niveau mondial, pour maîtriser les émissions de CO₂.

Incidentement, l'apparition d'un coût économique lié aux émissions de CO₂ avec la mise en œuvre de la directive européenne sur le commerce des droits d'émission va engendrer à l'avenir, un bonus pour les technologies permettant de diminuer ces émissions. Cela contribuera à réduire, toutes choses étant égales par ailleurs, l'écart de prix entre les biocarburants et les carburants d'origine pétrolière, à proportion du prix attribué au CO₂ multiplié par la quantité de CO₂ que la production de biocarburant évitera d'émettre.

La quantité de CO₂ évitée par tonne de biocarburant dépend de la filière considérée et doit être établie sur la base d'un bilan comparatif pertinent (de type analyse de cycle de vie ou ACV). En particulier, les émissions de CO₂ à attribuer à la fabrication des carburants conventionnels peuvent différer notablement selon la situation locale. Ainsi aux États-Unis, les émissions attribuables à l'essence, dont le marché est déficitaire, sont-elles plus élevées que celles attribuables au gazole. De très nombreuses études de cycle de vie des énergies ont été publiées récemment et des données reconnues consensuellement sont disponibles (ADEME, UE). On retiendra qu'une combustion de l'éthanol permet de diviser l'émission de CO₂ d'origine fossile par un facteur de 3 à 7 et par un facteur 4 pour le biodiesel par rapport à la même quantité d'énergie d'une combustion d'essence de pétrole.

Quant au prix de la tonne de CO₂ évitée, il sera déterminé par le marché, selon la loi de l'offre et de la demande, dans le cadre des échanges de permis d'émission, et dépendra des quotas d'émission alloués par les États. Plus ces quotas seront faibles, plus le prix de marché du CO₂ sera élevé. A noter que la tendance probable vers des quotas de plus en plus contraignants devrait bénéficier davantage aux filières biodiesel et éthanol ex-canne à sucre, par rapport à la filière éthanol ex-betteraves ou céréales, dont le bilan CO₂ est moins favorable.

Situation des biocarburants dans le Monde et en France.

Cette situation se caractérise jusqu'à présent par

- une stratégie de réponse aux problèmes du monde agricole,
- des plans de développement ambitieux mais des coûts élevés,
- des engagements politiques importants.

Le contexte 2004 - 2005 de prix durablement élevés du pétrole est de nature à stimuler une nouvelle donne stratégique pour les biocarburants.

La consommation mondiale de biocarburants est dominée par les pays qui ont pris historiquement des mesures incitatives pour le développement de ces filières : Brésil et États-unis pour l'éthanol, France, Allemagne et Italie pour les esters méthylique d'huiles végétales (EMHV) fabriqués à partir des huiles végétales brutes (HVB) et essentiellement de méthanol aujourd'hui. Ces mesures se caractérisent souvent par une volonté politique de soutien à l'agriculture (voir bibliographie rapport Levy).

millions m3 en 2004	ETHANOL	Utilisation	BIODIESEL	Utilisation
USA + Canada	12,7	mélange 10% et 85% pour fuel flexible vehicule	0,113	mélange < 25%
Brésil	14,5	mélange 26% et 95% puis fuel flex.vehicule		
Europe	0,48		1,459	
France	0,12	en ETBE, origine 70% betterave, 30% blé	0,37	mélange < 5%
Espagne	0,18	en ETBE	0,006	
Suede	0,05	mélange 10%, 85% , 95%	0,02	
Pologne	0,05		0,008	
Allemagne			0,715	pur
Italie			0,273	mélange<25%
Autres Europe	0,08		0,067	
Total monde	27,68		1,572	

D'après DIGITIP DGTPE mai 2005

Utilisation de biocarburants dans le monde, estimation année 2004

L'Europe cherche à proposer des mesures visant à garantir aux Européens une énergie propre, en quantité suffisante et à un coût raisonnable. Le transport routier, dont la croissance reste forte, fait l'objet d'une attention particulière exprimée dans un document global sur le problème de mobilité des personnes et des marchandises.

Le cadre législatif

La Commission européenne a proposé dès 2001 un plan d'action pour la promotion des biocarburants et des carburants de substitutions dans les transports routiers. L'objectif est d'ici 2020 le remplacement de 20 % des carburants traditionnels par des produits de substitutions : les biocarburants, le gaz naturel et l'hydrogène, les seules options qui puissent dépasser individuellement, en volume, 5 % de la consommation de carburant à cet horizon.

En 2003, le Conseil et le Parlement européen ont validé une proposition de directives faite en 2001 dans le cadre du plan d'action pour la promotion des carburants de substitution. La Directive (2003/30/CE) fixe des objectifs croissants de consommation en biocarburants dans le domaine des transports avec une définition assez large des matières premières éligibles. Les consommations de carburants d'origine végétale devront représenter au minimum 2 % en 2005 et 5,75 % en 2010 (pourcentages calculés sur une base énergétique) des consommations globales d'essence et de gazole utilisés dans les transports. Ces objectifs sont indicatifs et non obligatoires. Néanmoins, les États membres devront informer la Commission des mesures prises pour les atteindre.

En 2003, la directive (2003/96/CE) sur la fiscalité, dans laquelle la possibilité est donnée aux États membres d'exonérer partiellement ou totalement d'accises les biocarburants, a également été validée.

Ces deux textes viennent compléter la directive (98/70/CE), plus ancienne, sur la qualité des carburants, qui autorisait déjà réglementairement l'incorporation d'éthanol jusqu'à 5 % ou sous sa forme éther (ETBE) jusqu'à 15 % dans l'essence et d'EMHV jusqu'à 5 % dans le gazole, pour une vente banalisée à la pompe. Des taux plus élevés, sont parfaitement compatibles avec les moteurs actuels, mais une information à la pompe est alors obligatoire.

L'atteinte des objectifs de substitution fixés par la Commission représente un véritable challenge pour l'Europe, puisque la production actuelle devrait être multipliée par un facteur de l'ordre de 10, à l'horizon 2010. En 2005, les 2 % visés par la directive ne seront d'ailleurs sans doute pas au rendez-vous, malgré des efforts actuels très volontaristes.

La France est le seul pays de l'Union européenne à avoir mené une politique relativement suivie en matière de biocarburants au cours des 20 dernières années. Dans le passé, le pays a même été, en Europe, un des précurseurs en matière d'incitation fiscale à la production de biocarburants, avec des niveaux de défiscalisation qui ont cependant passablement fluctué depuis les premières mesures prises dans le cadre de la loi de finance de 1992, allant de l'exonération totale dans le cadre de projets expérimentaux, à une exonération partielle.

La France est très rapidement devenue le premier producteur d'EMHV de la zone Europe, place qu'elle a gardée jusqu'en 2001, date à laquelle elle a perdu sa position de leader au profit de l'Allemagne. Elle est également l'un des principaux producteurs d'éthanol et d'ETBE

de l'Union, occupant la troisième place derrière l'Espagne et la République Tchèque, après avoir été très longtemps également leader sur ce segment.

Aujourd'hui, comme déclaré dans le Plan Climat 2004, rendu public en juillet 2004 par le gouvernement, la France s'engage résolument dans l'application de la Directive européenne et affiche sa volonté de tripler son niveau actuel de production de biocarburants d'ici 2007. L'État a d'ailleurs annoncé début 2005 qu'il donnerait son agrément pour une production supplémentaire de 800 000 tonnes d'ici 2007, 320 000 t pour la filière bioéthanol, 480 000 t pour le biodiesel. Cette nouvelle fabrication bénéficiera d'exonération de Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers (TIPP) normalement appliquée aux carburants.

Les pouvoirs publics français ont également mis en place à partir de 2005 un nouveau dispositif fiscal visant à taxer les distributeurs de carburants qui n'incorporeraient pas un volume minimum de biocarburants dans les produits mis en vente. Ce volume est fixé à 1,2 % sur une base énergétique, pour 2005 et devrait croître chaque année pour atteindre 5,75 % dès 2008. La loi d'orientation agricole du 5 janvier 2006 prévoit de nouveaux objectifs respectivement de 7% et de 10% aux horizons de 2010 et de 2015.

L'influence de la Politique Agricole Commune (PAC)

En dehors des directives, la PAC a et continuera d'avoir un impact important sur l'économie et le développement des filières biocarburants en Europe.

La réforme de la PAC de 1992, dont l'objectif était d'éviter les surproductions agricoles, s'est traduite par une baisse des prix d'intervention garantis et l'instauration d'aides directes à la surface. Pour le secteur des grandes cultures (céréales, oléagineux notamment), l'accès à ces aides directes a été conditionné à un gel des terres (jachères). L'introduction de la notion de gel «industriel» ou jachères «industrielles» a ouvert la possibilité de percevoir cette aide dans le cas d'une mise en culture de ces terres à des fins non alimentaires. Ces mesures ont été un plus pour le développement des filières biocarburants.

En 2000-2001 (accord de Berlin), l'étendue des terres gelées a été fixée à 10 % des surfaces cultivées et le montant de l'aide visant à compenser les pertes de revenu pour l'exploitant à 63 €/t (sur la base de rendement moyen à l'ha) pour les céréales et les oléagineux. Les terres en jachères ont représenté environ 5,7 millions d'hectares en Europe (EU15) en 1999. 17 % d'entre elles étaient utilisées pour des cultures non alimentaires, majoritairement la production de biocarburants.

Les terres en jachères constituent une véritable «réservoir» de surface pour la production de biocarburants. L'avenir de ces filières est donc directement lié à l'évolution de la PAC, une modification de la surface des terres en jachères ou du montant de l'aide compensatoire ayant un impact direct sur l'intérêt que peut avoir un exploitant à développer des cultures à vocation énergétique.

Une nouvelle orientation de la PAC a été décidée qui devrait rentrer en application début 2006 et se poursuivre jusqu'en 2012. Les nouvelles mesures ont pour objectif de découpler les aides du niveau de la production en orientant les productions agricoles vers moins de quantité et plus de qualité. Elles ne devraient pas freiner le développement des biocarburants puisque le système de jachères industrielles est maintenu (avec un taux révisable actuellement fixé à 5%) et une nouvelle aide de 45 €/ha accordée aux cultures à vocation énergétique réalisées hors jachères industrielles dans une limite de 1,5 Mha pour l'ensemble des pays de l'UE25.

De nouvelles règles de fonctionnement du marché du sucre devraient entrer en vigueur en 2006. Les quotas de production à prix garantis sur le marché européen seront abaissés de 33 %, le niveau des prix garantis va également baisser de 37 % et les subventions à l'exportation être fortement réduites.

Les coûts de production

Plusieurs éléments sont susceptibles d'avoir une influence plus ou moins directe sur le calcul de la compétitivité économique des biocarburants, tels que l'évolution des cours des matières agricoles et des co-produits ainsi que celle des taux de change des monnaies.

Les cours des matières premières agricoles pèseront d'autant plus sur l'économie des biocarburants qu'ils peuvent évoluer selon des dynamiques différentes de celles du marché de l'énergie. À ce titre, deux exemples peuvent être rappelés :

- les variations du cours mondial du sucre ont eu et continueront d'avoir un impact important sur le programme de développement de l'éthanol biocarburant au Brésil. Au début des années 1990, la conjonction des cours faibles du pétrole et élevés du sucre a orienté la valorisation de la canne à sucre vers le marché de l'alimentaire et créé une situation de pénurie pour l'éthanol ;
- les récentes hausses des cours de l'huile de colza en Europe, d'ailleurs en partie liées à la demande forte et brutale, observée en Allemagne pour la fabrication de biodiesel, ont altéré la rentabilité de cette filière dont la compétitivité aurait pu être assurée avec un prix du pétrole brut légèrement supérieur à 50 \$/bl.

Comme il a été mentionné précédemment, la fabrication des carburants d'origine végétale s'accompagne de celle de co-produits dont la valorisation et les changements de prix influent sur l'économie des biocarburants. À titre d'exemple, la baisse du cours de la glycérine d'un facteur 2 entre avril 2003 et avril 2005 s'est traduite par une dégradation de la rentabilité économique de la filière biodiesel. Dans ce dernier cas, il convient de signaler qu'une variation de 100\$/t du prix de la glycérine est équivalent à une variation d'1\$/bl pour le pétrole brut

Concernant les taux de change, il n'est pas inutile de rappeler que les cotations du pétrole sont affichées en dollar et celles des biocarburants produits en Europe en euro. A prix du baril de brut constant, plus l'euro s'apprécie par rapport au dollar, plus le prix du baril exprimé en euro est faible et plus les biocarburants se trouvent pénalisés par rapport aux carburants pétroliers.

Jusqu'à présent, les coûts de production des biocarburants comparés aux prix hors taxes des carburants pétroliers constituaient le principal handicap pour leur développement. Une défiscalisation importante (à l'exception du Brésil?) était nécessaire pour rendre les biocarburants acceptables par le marché. A l'examen des prix actuels (Août 2005) des produits pétroliers liés aux 60 \$ le baril de brut une nouvelle donne doit être examinée comme le montre le tableau ci-dessous.

Prix HTT essence et Coût de production des biocarburants	Euro/litre	Euro/litre eq.Essence	Défiscalisation France Euro/litre
Essence Europe brut à 25\$/bl	0,2	0,2	
Essence Europe brut à 60\$/bl (Aout 2005)	0,4 / 0,45	0,4 / 0,45	
Ethanol Brésil	0,2	0,3	
Ethanol Etats-Unis	0,3	0,4	
Ethanol Europe	0,5	0,75	0,37 / 0,38
Ester huile Europe	0,35 / 0,65	0,34 / 0,62	0,33

source DIGITIP-DGEMP 2005 et AIE, IFP, SNPAA 2004

Il apparaît qu'aucune des deux filières ne peut être considérée comme compétitive sans un soutien économique ou fiscal. Toutefois, même avec le haut niveau actuel des cours internationaux de l'huile de colza, la filière biodiesel est sans doute potentiellement la plus proche de l'équilibre compte tenu des prix du brut supérieur à 60\$/bl (3ème trimestre 2005).

Les développements actuels des filières biocarburants en France

La France met en œuvre une politique active d'utilisation des biocarburants et cette démarche a été amplifiée en 2005 en adoptant les recommandations de la Commission, ce qui s'est traduit concrètement par la délivrance d'autorisations sur des volumes de production qui ouvre droit aux détaxations correspondantes pour atteindre l'objectif de 5,75% de substitution entre 2008 et 2010.

Le Ministère de l'Agriculture a mis à disposition du groupe de travail les scénarios de développement de biocarburants en France jusqu'en 2010 compatibles avec la totalité des capacités agréées par les pouvoirs publics. Les derniers projets du gouvernement visant à avancer ce calendrier à 2008 aboutissent aux résultats suivants, compte tenu du ralentissement observé de la demande en carburant depuis le début de l'année:

Tonnes par an	2003	2004	2005e	2006p	2007p	2008p
Essence Consommée	12 270 000	11 675 000	11 100 000	10 700 000	10 200 000	9 600 000
Ethanol consommé	70 000	90 640	172 550	295 000	564 000	871 000
%poids	0,57%	0,78%	1,55%	2,76%	5,53%	9,07%
%volume	0,54%	0,74%	1,48%	2,62%	5,25%	8,62%
%PCI	0,36%	0,49%	0,98%	1,75%	3,50%	5,75%
Gazole Consommé	30 080 000	30 762 000	31 400 000	32 100 000	32 800 000	34 000 000
EHV consommé	320 000	324 720	404 700	638 000	1 305 000	2 218 000
%poids	1,06%	1,06%	1,29%	1,99%	3,98%	6,52%
%volume	1,02%	1,01%	1,24%	1,91%	3,82%	6,26%
%PCI	0,94%	0,93%	1,14%	1,75%	3,50%	5,75%

Plan biocarburants français 2005 - 2008 révision septembre 2005

A l'horizon 2010, le gouvernement a fixé l'objectif de 7% pour le taux d'incorporation. La faisabilité d'un tel scénario va dépendre de la capacité des acteurs des deux filières à mobiliser les capacités d'investissements nécessaires. Pour la filière éthanol, deux questions complémentaires se posent: la baisse tendancielle de la demande en essence laissera des capacités excédentaires sauf à accroître les taux d'incorporation, les industriels opérant les unités de MTBE devront s'adapter plus rapidement que prévu à cet afflux d'alcool supplémentaire.

Tous ces scénarios sont basés sur les voies éthanol/ETBE ou EHV (méthylique ou éthylique), il convient de laisser la possibilité de voir d'autres options industrielles émerger rapidement (comme par exemple l'hydrotraitement direct de l'HVB ou l'utilisation de graisses d'origine animale), sous réserve qu'elles présentent des bilans CO2 au moins équivalents aux filières actuelles.

L'autre enjeu majeur, qui demeure quelque soit le scénario retenu, est la possibilité de mobiliser les surfaces agricoles suffisantes dans des conditions qui ne se traduisent pas par une augmentation des coûts de production.

Les surfaces agricoles disponibles en France

En 2004, la surface agricole utile (SAU) représentait 29,6 millions d'hectares (Mha) dont 62% (18,3 Mha) en surface arables pour les cultures (céréales, oléagineux...). La surface en jachère correspondait à 4% de cette SAU, soit 1,2 Mha.

	surface Mha
blé	5,2
maïs	1,8
colza	1,1
tournesol	0,6
betterave sucrière	0,4

Sur la base des rendements moyens suivants, on peut estimer les surfaces qu'il serait nécessaire de mobiliser pour satisfaire l'objectif de 5,75% en 2008.

	rdt t/ha	kt	surface Mha
Ethanol betterave France	5,8	871	0,15
Ethanol blé France	2,1	871	0,41
Ethanol maïs France	2,8	871	0,31
Colza France	1,4	2220	1,59
Tournesol France	1,1	2220	2,02
Soja France	0,43	2220	5,16

Il conviendrait de préciser qu'il s'agit d'alternatives en termes de surface pour atteindre 5,75%. Au total la surface qui devrait être mobilisée s'élèverait aux environs de 2 millions d'hectares (cela rejoint le calcul fait dans le cadre du rapport sur L'optimisation du dispositif de soutien à la filière biocarburants.

Ces résultats montrent clairement que le niveau de production d'éthanol envisagé est compatible avec les surfaces disponibles même en ne prenant pas en compte la jachère disponible. En revanche le niveau de production envisagé sur la filière colza dépasse largement l'ensemble des terres en jachère (dont seulement une partie peut être considérée comme utile: ~0,9 Mha selon l'INRA) et va donc impliquer des arbitrages entre les productions alimentaires et énergétiques (d'autant plus qu'avec la croissance continue de la demande en gazole, les quantités d'huiles végétales devront augmenter); les surfaces affectées aux oléagineux représentaient 1,8 Mha en 2004 pour une production de 5,6 Mt de graines (dont 2 Mt ont été exportées) et d' 1,3 Mt d'huiles (dont 0,2 Mt d'exportations nettes). Moyennant de nouveaux investissements en trituration et la mobilisation des exportations, un potentiel supplémentaire d'EHV par rapport à la situation 2004 (0,35 Mt) serait d'1 Mt environ.

Cette mobilisation des surfaces pourrait faire apparaître une concurrence avec les surfaces à destination des cultures alimentaires. Cette compétition se manifeste essentiellement entre les colzas (à usages alimentaires et non alimentaires) en raison des contraintes inhérentes à la production agricole, et dans une moindre mesure entre colza et céréales. Il devrait en résulter des tensions sur les prix (Jean-Claude Sourie, David Tréguer, Stelios Rozakis, INRA sciences sociales, n° 2, décembre 2005).

Les contraintes techniques d'utilisation des biocarburants dans les véhicules

Tous les constructeurs se préoccupent du «développement durable» de l'automobile. Leur réflexion sur le concept de «mobilité durable» - la mobilité est indispensable au développement économique et social -, qui ne s'arrête pas à la prise en compte des progrès réalisés dans les domaines techniques, vise à définir de nouveaux enjeux et engagements portant en particulier sur l'amélioration des performances environnementales du transport

automobile. Cette amélioration devra se traduire par la maîtrise des émissions de polluants et par la réduction des émissions de gaz à effet de serre, dont le CO₂.

Les émissions de CO₂ sont dépendantes, d'une part des technologies utilisées et des progrès réalisés par les constructeurs d'automobiles en terme de motorisation, et d'autre part de l'utilisation du véhicule par les usagers (conduite, vitesse...).

Un suivi réalisé par l'Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (ACEA) montre la réduction des émissions de CO₂ pour la période allant de 1994 à 2002 calculées en grammes de CO₂ produit par kilomètre parcouru. Cette évolution s'inscrit dans l'engagement d'atteindre en moyenne 140 g CO₂/km en 2008.

Si l'émission de CO₂ des moteurs à essence est passée de 187 g/km en 1995 à 171 g/km en 2002, soit un gain de 8,5 %, l'émission moyenne, toutes motorisations confondues, a diminué de 185 g/km à 162 g/km pendant la même période, soit un gain de 12,5 %. Cette amplification du gain s'explique principalement par le développement des motorisations diesel, dont les rejets de CO₂ sont les plus faibles, aux dépens des motorisations essence. En 2003, les voitures diesel ont représenté 67 % des nouvelles immatriculations et la moyenne des émissions de CO₂ des nouveaux véhicules commercialisés en France par PSA Peugeot Citroën et Renault s'établissait à 148,5 g CO₂/km.

Le déploiement de l'offre diesel, avec des véhicules émettant moins de 120 g CO₂/km, doit encore contribuer à de nouvelles réductions des émissions de CO₂. En France, le nombre d'immatriculations de ce type de véhicules, qui est en constante progression, est passé de 20 000 en 1998 à 290 000 en 2004, tandis que les immatriculations des véhicules émettant moins de 140 g/km ont été de 770 145 en 2004, soit 38 % du marché (données CCFA). Cependant, cette diésélisation du parc automobile pourrait être freinée par le renchérissement des véhicules, causé par la mise en application de nouvelles réglementations environnementales. Ces nouvelles réglementations pourraient aussi avoir une influence négative sur l'augmentation des consommations en gazole.

Au plan technique plusieurs évolutions sont attendues à moyen terme pour répondre à l'ensemble des enjeux environnementaux de l'industrie automobile

- «down-sizing» : la réduction de la cylindrée des motorisations essence et des pertes par frottement s'accompagnerait d'une diminution des émissions de CO₂ de 20 %. Associée à une suralimentation adaptée, ce gain pourrait atteindre 25 %, ramenant de ce fait, en terme de consommation d'énergie et de rejet de CO₂, les performances des moteurs essence au niveau des moteurs diesel. Il faut cependant noter que la motorisation diesel bénéficie déjà du «down-sizing»,
- véhicules «stop and start» : le moteur est coupé automatiquement à l'arrêt (feu rouge, embouteillage...) et redémarre lorsque l'accélérateur est sollicité pour repartir. Des

économies de carburant sont estimées à 10 % en cycle urbain et à 5 % en cycle mixte (route/ville),

- nouveaux procédés de combustion diesel HCCI (combustion homogène),
- hybridation moteur à essence-électrique : le moteur électrique est le seul à fonctionner au démarrage et jusqu'à une vitesse de 50 km/h. Au-delà, c'est le moteur thermique qui prend le relais. La consommation peut descendre jusqu'à 4,3 litres d'essence pour 100 km parcourus (cycle européen normalisé), correspondant à des rejets de 104 g CO₂/km. Avec l'hybridation moteur diesel-électrique, les émissions de CO₂ pourraient diminuer jusqu'à 90 g/km.

L'utilisation des biocarburants : en mélange banalisé dans les carburants pétroliers ou en motorisation dédiée

Il apparaît clairement que l'industrie automobile est favorable aux biocarburants en mélange banalisé dans les carburants conventionnels pétroliers sous réserve que cette incorporation ne soit ni un obstacle à ces nouveaux développements, ni une contrainte vis à vis du respect des normes d'environnement et qu'elle n'implique pas un risque de fonctionnement du moteur. C'est la raison pour laquelle les taux de mélange ont été limités à 5% en Europe et en France et que la filière EMHV (avec l'établissement d'une norme EN14214) a été préférée à celle HVB en incorporation directe (cette dernière présente des caractéristiques trop éloignées du gazole: indice de cétane 32 pour une norme de 51, Température limite de filtrabilité +20°C pour -15°C spécifié en hiver; risques d'encrassement des injecteurs, mauvaise stabilité à l'oxydation).

Un effet de masse des biocarburants ne peut être obtenu qu'en utilisation immédiate dans l'ensemble des véhicules du parc. C'est la voie retenue en France. Elle pose néanmoins la question du respect de spécifications qui sont imposées aux carburants classiques essence et diesel. Jusqu'alors, la transformation des huiles végétales en ester pour la filière diesel ainsi que la transformation de l'éthanol en ETBE (ethyl tertio butyl ether) pour la filière essence répond à la question de compatibilité de mélange, tant du point de vue de la distribution des carburants que de leur utilisation. Les éthanoliers français demandent de façon insistante l'incorporation directe d'éthanol. Les constructeurs n'y sont pas opposés dès lors que les spécifications du carburant final sont respectées. L'incorporation directe d'éthanol implique la formulation d'une base essence dite à "éthanol" ayant des propriétés spécifiques. L'UFIP s'est engagée en décembre 2005 sur la définition d'une telle base. Il convient de rappeler que le mélange dans le réservoir d'un véhicule d'un carburant sans éthanol avec un carburant éthanolé, tous deux répondant aux spécifications de tension de vapeur, pourrait aboutir à un carburant non conforme. Il est à noter que les règlements communautaires qui limitent à 5% volume l'incorporation de biocarburant devront être revus pour permettre en 2010 le taux de 5,75% énergie qui correspond à plus de 8 % volume pour l'alcool. De la même manière, si la substitution de l'éthanol au méthanol dans la fabrication des EHV veut être encouragée (option permettant d'incorporer indirectement de l'éthanol

dans le gazole moteur), les textes et normes européennes devront être actualisés: aujourd'hui ils ne font référence qu'aux EMHV.

On ne peut cependant pas ignorer l'autre voie d'une utilisation dédiée de biocarburants dans des véhicules conçus à cet effet. Le Brésil développe depuis 2003 la filière des FFV (Fuel Flexible Vehicles) pouvant fonctionner à tous mélanges entre 25% et 95% d'éthanol. Tous les constructeurs européens et nord américains présents au Brésil proposent des FFV dont le marché a été de 357 000 en 2004. Même si les règlements antipollution brésiliens n'ont pas la sévérité de leurs homologues européens, cette voie constitue cependant une réponse à des situations particulières et mérite l'attention. D'une façon générale les flottes dédiées utilisant des biocarburants à forte concentration, voire purs doivent être prise en considération.

Bien que le groupe n'ait pas examiné la filière biogaz, cette filière associée à celle des véhicules dédiés gaz naturel présente l'intérêt d'une valorisation de gaz à très fort effet de serre (méthane) s'ils sont rejetés dans l'atmosphère. Elle doit cependant être évaluée par rapport aux valorisations thermiques fixes du biogaz.

Quelle stratégie pour le long terme ? Recherche Innovation

Deux points clés pour l'avenir du développement de l'utilisation de carburants liquides issus de la biomasse sont clairement

1. la nécessité d'accroître les ressources disponibles et utilisables à cette fin et
2. la baisse des coûts de production.

La problématique propre aux biocarburants de première génération, basée sur des cultures à "double vocation" alimentaire et énergétique (voire chimique mais les enjeux en volume sont moins importants), a été analysée dans la première partie de ce rapport. Elle renvoie très rapidement en particulier dans le cadre de l'application complète de la directive européenne (part des biocarburants dans la consommation énergétique pour le secteur du transport routier à 5,75% en équivalent énergétique) à des enjeux difficiles sur l'affectation optimale des surfaces agricoles (jachère comprise).

L'utilisation des ressources ligno-cellulosiques dans leur diversité apparaît donc la seule option envisageable au plan du territoire pour espérer à moyen et long terme une augmentation significative de la part de la biomasse dans la consommation énergétique des transports. Plusieurs études ont évalué ce potentiel entre 10 et 20 Mtep pour la France. Plusieurs solutions technologiques sont aujourd'hui identifiées par la communauté scientifique comme porteuses d'avenir : la conversion biochimique et la conversion thermochimique.

Accroître la ressource

Les disponibilités

Les ressources en biomasse lignocellulosique représentent une source d'énergie renouvelable tout à fait considérable, presque deux fois la consommation mondiale d'énergie primaire en 2004. La ressource de biomasse lignocellulosique provient aussi bien des résidus agricoles et forestiers ou des sous-produits de transformation du bois que de cultures dédiées, qu'il s'agisse de plantes ligneuses ou de plantes herbacées.

Le bois-énergie (y compris les déchets de l'industrie du bois)

Actuellement, le bois énergie contribue significativement au bilan énergétique mondial (plus d' 1 Gtep/an), du même ordre de grandeur que celle de l'énergie nucléaire ou hydroélectrique. Cette contribution, d'une comptabilité moins stricte que les énergies conventionnelles, n'apparaît généralement pas dans les bilans des énergies primaires à l'échelle mondiale : plus de la moitié de la production brute de bois rond est destinée aux usages énergétiques (bois de feu, charbon de bois), le reste couvrant les usages industriels du bois, notamment les sciages et les placages. La transformation du bois, à faible rendement matière, produit d'importants volumes de déchets, partiellement valorisés sous forme d'énergie ou de matière première pour trituration.

À l'échelle de la France, la forêt couvre plus de 15 Mha et son accroissement biologique est estimé à 84 Mm³/an. En 2004, respectivement 12,0 Mm³ et 22,5 Mm³ ont été exploités comme bois d'industrie (papeterie, panneaux de particules...) et comme bois d'œuvre. La consommation de bois énergie est estimée à 40 Mm³/an, soit environ 12 Mtep, dont environ 30 Mm³/an pour la consommation domestique et le reste pour la consommation énergétique de l'industrie et des bâtiments collectifs et tertiaires. 80 % du total proviennent de prélèvements en forêt ou hors forêts (haies...) et le reste des sous-produits des industries du bois et des bois de rebus (cagettes, palettes...).

En supposant un contenu énergétique moyen égal à 0,43 tep/t matière sèche (m.s) pour les différents types de résidus et déchets de l'industrie du bois, et en diminuant le total de la part potentiellement utilisée pour la trituration, le gisement énergétique potentiel dans le cas de la France donne un gisement de l'ordre de 20 Mtep/an.

Les résidus (ou déchets) agricoles

Une grande quantité de biomasse lignocellulosique peut également provenir des résidus secs agricoles, dont la quantité et la composition varient de façon importante en fonction des espèces et des conditions pédoclimatiques. En supposant un contenu énergétique moyen pour ces déchets de 0,43 tep/t m.s, le gisement énergétique potentiel représenté par ces résidus s'élève en 2004 à un peu plus de 1,8 Gtep/an pour le monde, 170 Mtep pour l'Europe

et 40 Mtep pour la France, mais dont l'utilisation est difficile du fait de la dispersion de la ressource.

Les cultures dédiées

Enfin, la mise en place de cultures dédiées annuelles ou pluriannuelles représente également une voie intéressante pour la production de biomasse lignocellulosique à usage énergétique. Le potentiel des cultures annuelles non pérennes, à l'échelle européenne, se situe sur les surfaces en jachère et celles destinées à la production alimentaire pour l'export. Ainsi, pour l'Union Européenne (25 pays), l'utilisation des surfaces de jachères pourrait représenter un potentiel de 4,3 Mtep/an de biocarburants issus de cultures annuelles lignocellulosiques, et l'utilisation des surfaces correspondant aux exportations agricoles vers les pays tiers jusqu'à 11 Mtep/an.

Les contraintes de mobilisation

- Les contraintes sur les ressources

La mobilisation des ressources de biomasse lignocellulosique est conditionnée par diverses contraintes : surfaces disponibles pour les plantations dédiées, disponibilité en eau et nutriments pour des rendements suffisants, disponibilité de la main d'œuvre, coût de la mobilisation de cette biomasse etc.... Ces différents types de contraintes ont une influence plus ou moins importante sur les ressources mobilisables, et sont détaillées dans la suite.

- Les contraintes scientifiques et techniques

Sur les plans scientifique et technique, plusieurs aspects peuvent être optimisés ou améliorés pour utiliser au mieux les ressources de biomasse : les conduites de cultures ligno-cellulosiques, notamment la sélection d'espèces plus productives, les rendements de production. Les nouvelles technologies développées pour favoriser le rendement en grains des céréales ont en revanche un effet négatif sur la production de paille, autre source importante ligno-cellulosique. Le développement de cultures pilotes, dans le cadre d'instituts de recherche ou de coopératives agricoles, contribue à faire reculer ces limites à l'utilisation de la biomasse ligno-cellulosique comme source de biocarburants.

- Les contraintes environnementales

Un développement à grande échelle des cultures ligno-cellulosiques doit tenir compte d'un certain nombre de conditions permettant la préservation des ressources naturelles. Au-delà des avantages que représentent les utilisations de la biomasse pour limiter la production des

gaz à effet de serre, d'autres impacts potentiels doivent être attentivement étudiés, notamment le maintien de la fertilité du sol et la mobilisation des ressources en eau. À l'échelle de la France, il convient également de prendre en compte la diversification des soles.

- Les contraintes législatives

Une utilisation massive et durable des ressources ligno-cellulosiques pour la production de biocarburants nécessitera l'élaboration d'un cadre réglementaire adapté aux cultures non alimentaires, garantissant les intérêts économique et agricole, la stabilité, la sécurité de l'approvisionnement. Par exemple, il pourrait s'agir de maintenir les primes de production des plantes à fibres, voire élargir ces primes à d'autres cultures. Par ailleurs, il apparaît important d'établir des synergies tant en Europe qu'à l'échelle mondiale.

- Les contraintes économiques

Rejoignant parfois les contraintes législatives, un certain nombre de contraintes économiques existent également, dont l'influence sur le développement des filières est primordiale. Ainsi, la mobilisation à grande échelle des ressources ligno-cellulosiques ne pourra se faire que si un système de marché favorable à ce type de culture est mis en place.

La rentabilité de ce type de cultures repose aussi sur l'optimisation des conduites de cultures pour abaisser le prix des matières premières, les rendant compétitives avec les matières premières d'origines fossiles et les ressources forestières. Il convient également d'abaisser les coûts de collecte de ces matières et d'en optimiser la logistique. En fin de chaîne, des efforts doivent également être faits pour améliorer le ratio coût/performance dans les procédés de conversion de la biomasse.

La mise en place de ces productions ne se fera que lorsque l'ensemble de ces éléments technico-économiques présentera un environnement favorable à leur développement.

- La concurrence des usages

Une part importante de la biomasse ligno-cellulosique, en particulier provenant des déchets, est utilisée dans l'industrie, soit à des fins énergétiques, soit comme matière première pour la chimie. Il peut donc y avoir concurrence entre les usages de cette biomasse, entre différents types d'utilisation, ou différents types d'énergie produite. C'est le cas pour la ressource provenant des déchets de l'industrie du bois déjà largement valorisés, soit comme matière première pour la fabrication de panneaux de fibres ou de particules ou de pâte à papier, soit pour la production d'énergie, notamment pour le séchage du bois.

Une première évaluation

L'impact des différents facteurs limitants est parfois délicat à quantifier. A l'échelle de l'Union européenne (à 25), en comptabilisant l'ensemble des ressources (surplus agricoles, jachères, les déchets agricoles et de la sylviculture), on aboutit à une estimation de 23 à 32 Mtep/an en 2010 de biocarburants potentiels ex matières lignocellulosiques.

La ressource supplémentaire correspond aux gisements d'origine forestière déduits d'une estimation des récoltes en forêt, récoltes actuelles mais également futures (prospective). Pour la France, un gisement brut actuel et un gisement brut futur ont été évalués dans le cadre d'une étude Ademe, Solagro et IFN en supplément des usages actuels.

Le gisement brut potentiel actuel, constitué par les rémanents résultant de l'exploitation forestière actuelle laissés sur coupe est évalué à 7,2 millions Mtep, soit environ 30 Mm³ de bois. Le gisement brut potentiel futur, issu des rémanents liés à un accroissement des prélèvements forestiers, est estimé à 4,7 Mtep, soit environ 20 Mm³ de bois, soit un potentiel total de 12 Mtep. Le taux de mobilisation de ce gisement se situerait respectivement entre 30 % et 80 % pour un prix de pétrole compris entre 25\$ et 45\$ le baril.

Les procédés de conversion

La transformation de la biomasse lignocellulosique par voie thermochimique

La conversion thermochimique de la biomasse lignocellulosique est porteuse de réels enjeux en termes de production de biocarburants et de bioénergie.

- La pyrolyse

Au niveau technologique, les procédés qui sont proposés par les quelques fournisseurs ont atteint un niveau de maturité satisfaisant et très proche les uns des autres en terme de rendement et de qualité des huiles produites. Si le nombre de réalisations reste encore faible dans le monde, notamment en ce qui concerne les unités industrielles, le procédé en lui-même n'est pas en cause. Le manque de débouché pour les huiles et leur grande hétérogénéité de composition limitent le nombre d'unités de démonstration.

L'option, qui semble plus prometteuse qu'une utilisation directe, concerne la gazéification des huiles et/ou du charbon végétal pour la production d'un gaz de synthèse (H₂+CO) converti ensuite en méthanol ou en hydrocarbures par synthèse Fischer-Tropsch. L'objectif principal consiste alors, à partir d'un potentiel biomasse diversifiée, y compris les déchets, à approvisionner une unité centralisée de gazéification avec une matière première aux propriétés physiques standardisées.

- La gazéification

Les problèmes génériques à résoudre, liés aux technologies de gazéification de la biomasse, sont de plusieurs ordres :

- alimentation à fort débit en substrat solide d'un réacteur sous pression,
- obtention d'un gaz de synthèse débarrassé des goudrons et autres impuretés,
- agglomération des lits fluidisés due essentiellement à la teneur en cendres de la matière première,
- corrosion engendrée par la présence d'éléments minéraux dans la biomasse.

Les besoins en recherche et développement pour l'industrialisation des procédés de gazéification de la biomasse en vue de la fabrication de biocarburants apparaissent comme encore importants. Ils relèvent aussi bien de la recherche de base, de la recherche technologique, de l'intégration du procédé ou bien encore de l'évaluation technico-économique et environnementale, comme précisé ci-dessous :

- recherches de base : cinétiques réactionnelles à haute température et pressions variables (réformage du méthane, destruction des goudrons, gazéification du résidu carboné, comportement des espèces inorganiques (condensation, corrosion, aérosols, purification des gaz),
- recherches technologiques : technologie de préparation de la biomasse (pyrolyse rapide), alimentation par un solide d'un réacteur sous pression, comportement des parois de réacteur à haute température, filtration des gaz, échangeurs haute température, matériaux résistant à la corrosion...,
- intégration procédé : intégration énergétique, optimisation de l'utilisation des produits de la synthèse autres que les carburants (combustion, recirculation vers le réformage,...),
- évaluations technico-économiques : optimisation de la chaîne de production, possibilité de décentralisation (pyrolyse), synergies locales (utilisation de la chaleur,...).

- Les carburants liquides produits à partir du gaz de synthèse issu de la biomasse ou Biomass to Liquid (BTL)

Cette étape passe par la synthèse Fischer-Tropsch (du nom des deux chimistes allemands Hans Fischer et Franz Tropsch qui ont découvert et étudié cette réaction durant les années 1920) vise à fabriquer, à partir de gaz de synthèse, un carburant de type gazole constitué d'un mélange d'hydrocarbures de différentes longueurs de chaîne carbonée.

Les chaînes hydrocarbonées de type paraffinique au delà de C₂₀ étant des cires solides à température ambiante, une opération de craquage isomérisant est en général nécessaire. Afin d'obtenir le maximum de carburant diesel, on met en œuvre une unité d'hydrocraquage catalytique. Cette dernière unité a par ailleurs la propriété d'induire une

isomérisation des chaînes hydrocarbonées linéaires en chaînes ramifiées, dont les températures de solidification sont abaissées et les indices de viscosité augmentés.

Le BTL présente des caractéristiques équivalentes à celles du GTL (Gas to Liquid) qui en font un carburant bien adapté aux exigences des moteurs diesel. En effet, les coupes d'hydrocarbures obtenues sont majoritairement composées de n-paraffines, exemptes d'aromatiques et de composés soufrés. Ainsi, ces coupes ont un indice de cétane élevé, supérieur à 70, qui leur confèrent des performances avantageuses en carburation, notamment en termes de rejets de polluants.

Transformation de la biomasse ligno-cellulosique par voie biochimique

Si la production d'éthanol à partir du saccharose des plantes sucrières ou de l'amidon des plantes amylacées est un procédé mature et utilisé au stade industriel, la production de cet alcool à partir des matières premières lignocellulosiques se heurte encore à des verrous technico-économiques. Cependant cette filière est assurément la plus intéressante du point de vue environnemental et elle seule permettrait d'assurer, à faible coût, un approvisionnement à grande échelle d'éthanol. Elle offre également comme avantage de pouvoir valoriser des résidus de plantes alcooligènes comme les bagasses de canne à sucre, les rafles de maïs ou la paille de blé. Supportés par cet enjeu, les efforts de la R&D sont conséquents et visent à améliorer l'ensemble du procédé, notamment les deux étapes-clés que sont l'hydrolyse de la cellulose en sucres fermentescibles et la conversion des pentoses issus des hémicelluloses en éthanol.

Bien qu'ils soient encore cantonnés à des études R&D, les procédés de production d'éthanol à partir de biomasse lignocellulosique intègrent plusieurs considérations de base : i) la lignine ne peut être fermentée en éthanol, ii) la matrice lignocellulosique doit être prétraitée pour rendre cellulose et hémicelluloses hydrolysables, iii) les fractions celluloses et hémicellulosiques sont des sources potentielles de sucres fermentescibles. Par conséquent, le schéma générique du procédé comprend les principales opérations unitaires suivantes : le prétraitement de la matière première, l'hydrolyse, la fermentation éthanolique et la séparation de l'éthanol du moût de fermentation

L'utilisation de la biomasse ligno-cellulosique pour la production d'éthanol carburant présenterait de multiples avantages des points de vue environnementaux (bilan en émissions de CO₂ plus favorable que l'éthanol issu des plantes sucrières ou amylacées, valorisation des co-produits et déchets) et socio-économiques (pas de compétition avec les surfaces agricoles à usage alimentaire ou agro-alimentaire, moindre coût de la matière première). C'est assurément la solution la plus pérenne à une extension de l'utilisation du bioéthanol. Différents schémas et livres de procédé existent, basés sur des expérimentations menées à

des échelles représentatives. Cependant, certaines étapes sont complexes et leur amélioration nécessite de progresser sur des aspects cognitifs, notamment sur l'enzymologie de la cellulose et sur la physiologie des levures. L'implantation d'unités de production industrielle est un enjeu majeur dont l'avenir repose en grande partie sur les retombées de l'essor des biotechnologies.

Lettre de mission

11



Paris, le 12 OCT 2004

Commission Interministérielle
Véhicules Propres et Economes
(CIVEPE)

Le Président

Monsieur E. GOMEZ
Président du CCFA
2, rue de PRESBOURG
75008 PARIS

Monsieur le Président,

Dès l'annonce du plan BIO-CARBURANTS par le Premier Ministre, la CIVEPE a décidé la création d'un groupe de travail sur ce sujet. Cette décision a été confirmée par le Ministre Serge LEPELTIER, le 21 septembre dernier.

Des différents contacts que j'ai engagés depuis cette date, il ressort que l'animation de ce groupe par le CCFA, fait une certaine unanimité, et je m'en réjouis. C'est la raison pour laquelle, j'ai l'honneur et le plaisir, de vous proposer, si cela vous agréé, que cette fonction soit assurée par votre directeur Monsieur A. DOUAUD, dont les compétences sur ce sujet sont reconnues et appréciées.

Il s'agit, d'une action bénévole qui consiste à animer régulièrement un groupe de volontaires parmi les 44 membres qui composent la CIVEPE, soit une réunion bimestrielle (environ) et la participation aux 3 séances plénières annuelles.

Vous trouverez ci-joint, le compte-rendu d'une première réunion de sensibilisation que j'ai présidée le 5 juillet dernier, qui vous donnera une petite idée de la manière dont les choses peuvent se dérouler.

Je vous serais obligé de votre aimable collaboration sur ce sujet majeur pour le développement durable de notre économie, dans le contexte actuel.

En souhaitant votre accord, dès que possible, compte tenu de l'urgence à engager nos travaux, je vous prie de croire, Monsieur le Président, à l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Claude MOREAU

Réunions du Groupe de Travail

Cinq réunions ont été organisées au Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable:

- **7 décembre 2004**
- **26 janvier 2005**
- **31 mars 2005**
- **30 mai 2005**
- **mi octobre 2005**

Participants**Membres du Groupe Biocarburants de la CIVEPE**

NOM Prénom	Organisme
BARBIER Jacques	VALAGRO-CNRS
BENZAKRI Ali p/o GAUDILLIERE Rémi	MINEFI/DGEMP
BLIN Jean-Paul	MINEFI/DIGITIP
BRUNETTO Michel	Savoir Faire & cie
CESARI Georges-Dominique	METATTM/DAEI
DELANDE Daniel	MEDD/D4E
DOHY Maurice	ADEME
DOUAUD André	CCFA
DUPRE Jean-Yves	MAPAAR/CGGREF
GASTAUD André	MIES/Transports
GAUTHIER Alain	CEA
GAZEAU Jean-Claude	MIES
GIRARD Michel	TOTAL
GORRY Louis	V/Pdt hon. Rég. Poitou-Charentes
GRUSON Jean-Francois	IFP
LE PICHON Tiphaine (Madame)	MINEFI/DGEMP/DIDEME
MAURER Béatrice	PSA Peugeot Citroën
MEISSONNIER Mathieu	Sénat
MOCILNIKAR Antoine-Tristan	DIDD/Energie
MONTAGNE Xavier	IFP
MOREAU Claude	Président de la CIVEPE
NAUDET Hugues	Ouest-Atlantique
PAIRAULT Olivier	MEDD/DPPR
PASQUIER Antoine	UFIP
POITRAT Etienne	ADEME
RACAPE Joseph	MIES/Agriculture
ROUVEIROLLES Pierre	RENAULT
SION Philippe	CSIAM
TAMBIDORE Ilangovane	METATTM/DGAC
TISSOT-FAVRE Vincent	AFGNV
VEXIAU Thierry	METATTM/DAEI
WENDLING Christophe	MINEFI/DGTPE
WIRTHENSOHN Alain	MINEFI/DIGITIP

Auditions et contributions



Réseau International du MINEFI



Evolution des politiques publiques en matière de biocarburants dans les pays développés

CIVEPE, 30 mai 2005

DGTPE - Bureau SGE4



La formation des coûts agricoles des biocarburants



Réunion CIVEPE
MEDD, Lundi 30 Mai 2005

Jean-Claude Sourie, David Tréguer
INRA Economie Publique, Grignon



Références bibliographiques

- Nouvelles Technologies de l'Energie, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 2004
- Evolution des politiques publiques en matière de biocarburants dans les pays développés. Minefi, DGTPE, Mai 2005
- Biocarburants : un moyen efficace mais encore onéreux de respecter nos engagements écologiques internationaux, Rapport d'information n°1622 Assemblée Nationale, Alain Marleix, Juin 2004
- Biofuels for transport, an International Perspective, Agence internationale de l'Energie 2004
- Biocarburants : quelles perspectives techniques de développement en France? Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Techniques, 13 Juillet 2004
- Les Biocarburants, RH Levy Février 1993
- Bilan Energétique des Biocarburants en France, ADEME, DIREME, Décembre 2002
- Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, EUCAR, CONCAWE and JRC, <http://ies.jrc.cec.eu.int/Download/eh>
- L'huile végétale brute comme carburant automobile, P.Jensen, IPTS, European Science and Technology Observatory, N°74-20/09/2004