

CREDEN

CAHIERS DE RECHERCHE

**LES BIOCARBURANTS :
D'UNE GENERATION A L'AUTRE**

Alain MATHIEU

Cahier N° 07.06.71

mercredi 6 juin 2007

***Centre de Recherche en Economie et Droit de l'Energie
CREDEN - Equipe du LASER***

Université de Montpellier I
Faculté des Sciences Economiques -C.S. 79606
34960 Montpellier Cedex 2, France
Tel. : 33 (0)4 67 15 84 05
Fax. : 33 (0)4 67 15 84 04
e-mail : amathieu@univ-montp1.fr

Les biocarburants : d'une génération à l'autre

Introduction

Diverses externalités négatives peuvent hypothéquer l'avenir des biocarburants de première génération qu'il s'agisse du bioéthanol, issu notamment de la canne à sucre, de la betterave, des céréales ou du biodiesel élaboré à partir des oléagineux.

Les biocarburants de seconde génération, relevant de la filière lignocellulosique, qui représentent la valorisation énergétique de déchets végétaux, de cultures dédiées et de la sylviculture, sont exempts de telles critiques. Il reste à savoir dans quelle mesure une matière première considérée traditionnellement comme biocombustible va pouvoir franchir le cap de la recherche pour constituer un biocarburant compétitif.

Quels que soient les substituts envisagés, c'est bien l'évolution du différentiel de coût avec les hydrocarbures qui sera déterminante quant au franchissement de la phase de recherche pour déboucher sur le développement de carburants non conventionnels, les subventions étatiques, indispensables à la mise en œuvre de toute source d'énergie, devant forcément être limitées dans le temps.

L'expansion des débouchés énergétiques de la ressource agricole induit d'importantes tensions sur les cours des matières premières agricoles, ce qui manifestement risque d'hypothéquer l'avenir des biocarburants de première génération. D'autre part, le recours aux biocarburants a souvent été justifié par des raisons environnementales. Certes, leur emploi, à des taux plus ou moins importants, permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de remplacer le plomb, considéré comme nocif, pour élever l'indice d'octane des hydrocarbures. Encore faut-il veiller à ce que leur production ne soit pas source d'autres pollutions.

Alors que les externalités négatives des biocarburants de première génération sont de plus en plus soulignées, bien des espoirs sont fondés sur ceux de seconde génération qui apparaissent à l'orée de leur développement.

I) Les biocarburants de première génération face à leurs externalités négatives

Plus ou moins compétitifs dans le temps et dans l'espace, les biocarburants de première génération peuvent avoir des répercussions dommageables, notamment quant à la concurrence qu'ils introduisent dans l'affectation des terres à des productions alimentaires ou énergétiques, voire même quant à leurs répercussions sur l'environnement, ce qui peut paraître paradoxal.

1) Céréales : des excédents à la raréfaction de la ressource

Le développement de la filière de l'éthanol carburant témoigne d'une évolution contradictoire des marchés des matières premières, en particulier du maïs, de l'orge et du sucre. La recherche de débouchés non alimentaires par les agriculteurs, particulièrement dans le domaine des biocarburants, s'est fondée notamment sur leur volonté de pallier l'étroitesse des débouchés alimentaires solvables, donc de trouver des issues rémunératrices à des productions largement excédentaires. D'autres facteurs sont venus favoriser ces débouchés tels que la recherche de l'indépendance énergétique et la crainte quant à la raréfaction et à l'évolution du coût des

hydrocarbures. Aussi la forte extension de la demande fait-elle craindre une concurrence dans l'affectation de la récolte entre les débouchés alimentaires et énergétiques. Passant d'un déséquilibre des marchés (excédents) à l'autre (déficits), c'est alors l'envol des cours comme ceux du maïs aux Etats-Unis qui risque de pénaliser l'ensemble des utilisateurs de la ressource agricole, que ce soit à des fins alimentaires ou énergétiques.

La concurrence dans l'affectation des terres entre des productions à usages énergétiques ou alimentaires s'est avérée flagrante pour la production d'éthanol carburant, principale filière des biocarburants de première génération, que ce soit dans un pays en développement, le Brésil, ou pour la première puissance économique mondiale, les Etats-Unis. Or, ces deux entités étatiques produisent plus de 70% de l'éthanol carburant mondial et si pour les planteurs de canne brésiliens et producteurs de maïs nord américains, ces productions énergétiques sont jugées vitales, il faut bien reconnaître que l'extension considérable des cultures énergétiques s'est manifestement effectuée au détriment de l'agriculture vivrière.

Les cours des productions à usages alimentaires et énergétiques sont orientés à la hausse mais cette tendance n'exclut pas des variations erratiques, eu égard aux réactions des producteurs souhaitant accroître leurs livraisons où des anticipations de la demande, notamment quant aux évolutions des marchés à terme. C'est ainsi que des pauses et des reculs de cours sont enregistrés sur le marché du maïs.

Gros producteurs d'éthanol carburant, les Etats-Unis se trouvent confrontés à l'acuité des tensions du marché du maïs. Produisant 40% du maïs mondial, le débouché extérieur et celui de l'éthanol carburant sont devenus vitaux pour les céréaliers des Etats-Unis, mais l'extension du débouché énergétique n'est pas sans risque, comme le souligne Lester Brown¹.

Maïs destiné à la production d'éthanol carburant aux Etats-Unis

Campagnes	1994-1995	2005-2006
Millions de tonnes	14	53,6
% de la récolte	5%	20%

Source : FAO.

La progression des récoltes de maïs énergétique est spectaculaire et devrait se poursuivre, les pouvoirs publics américains souhaitant que la production d'éthanol carburant double d'ici 2012. Pour l'heure, 20% de la production de maïs sont affectés à la production d'éthanol, c'est-à-dire autant qu'à l'exportation.

L'extension du débouché énergétique inquiète fortement les éleveurs de bovin, porcs, les producteurs de volailles utilisant le maïs comme aliment du bétail qui se trouvent confrontés à l'envol des cours du maïs, leur principale consommation intermédiaire. Le *Chicago board of trade* notait, début mars 2007, que les cours du maïs étaient au plus haut depuis 1996.²

¹ Cf. Lester R. Brown. "Ethanol could leave the world hungry". 16/8/2006. Fortune Magazine.

² « Corn market nervous ahead of USDA's outlook update" 5/03/2007. Jerry Gidel. North American Risk Management Services, Inc.

Marché à terme du maïs à Chicago
(en cents par boisseau)

Echéances	Mars	Mai	Juillet
Clôture le 30/01/2006	217,75	227,75	236,50
Clôture le 31/01/2007	408,75	420,25	426,75
Clôture au 10/05/07		349,5	358,25

Source : Les Échos, 1/02/2006, 1/02/2007, 11-12 mai 2007.

Ainsi, observe-t-on, au cours de l'année 2006, une flambée des cours du pétrole qui dépasse largement les 70 dollars le baril sur le Nymex à New-york et des cours du maïs à Chicago. Bien que de moindre ampleur, le mouvement de hausse des cours du maïs est perceptible également hors des Etats-Unis, comme par exemple sur les marchés à terme de Paris. Réaction en sens inverse, tout comme pour le pétrole avant qu'il ne reprenne son évolution ascendante, la forte hausse du maïs, en 2006, a été partiellement corrigée en 2007. Devenu matière première énergétique, le maïs verra-t-il désormais ses cours osciller parallèlement à ceux du pétrole ?

Aux Etats-Unis, dans le *Corn belt*, notamment dans l'Iowa, l'Illinois, le Dakota du Sud, l'Indiana, les implantations d'usines d'éthanol de maïs se multiplient et c'est pratiquement la moitié de la récolte de maïs de ces régions qui est affectée à la production d'éthanol. Selon Lester R. Brown³, les projets d'implantation de nouvelles usines à court terme pourraient entraîner l'affectation de toute la production locale de maïs à l'élaboration d'éthanol carburant. Si l'extension des capacités de production d'éthanol carburant devait se produire, des Etats comme l'IOWA, pourraient passer de la situation d'exportateurs de maïs à celle d'importateurs⁴.

L'élaboration de l'éthanol carburant est gourmande en grains. Lester R. Brown souligne les disproportions dans les volumes affectés aux différents usages du maïs lorsqu'il écrit que pour fournir 25 gallons (95 litres) d'éthanol carburant à un véhicule 4/4, il faut une quantité de maïs qui suffirait à nourrir un homme pendant un an.

Au demeurant, l'envol des cours du maïs provoqué par l'industrie de l'éthanol carburant peut, par un effet pervers, se retourner contre elle puisqu'il renchérit, ipso facto, le cours de la matière première énergétique. De ce fait, si cette évolution persistait, les Etats-Unis devraient subventionner encore plus qu'actuellement leur production d'éthanol carburant alors que celle du Brésil n'émerge plus au budget.

In fine, dès à présent, la production d'éthanol carburant représente une concurrence dans l'affectation des terres à l'égard de l'agriculture vivrière, que ce soit pour les productions végétales ou animales. Cette concurrence ne pourrait que croître avec l'extension des cultures énergétiques. Cette emprise considérable sur les terres ne doit pas faire oublier qu'il est impensable que les biocarburants de

³ Lester R. Brown. Earth Policy Institute. "Supermarkets and service stations now competing for grain". 13/7/2006-5.

⁴ Cf. Robert Wisner, University Professor and extension grain marketing Economist. "Impacts of Iowa's rapid expansion in corn-based ethanol production on crop acreage needs, grain prices, basis behavior and distillers grain supplies". Iowa State University. Octobre 2006.

première génération puissent se substituer aux hydrocarbures. Toute la surface agricole utile mondiale n'y suffirait pas.

Même si une part considérable de la production de maïs des Etats-Unis est affectée à la production d'éthanol carburant, l'importance de ce dernier est très réduite par rapport aux hydrocarbures. En effet, à propos des Etats-Unis, *alcosuisse*, estime que « 10% de l'essence vendue dans le pays contient 10% d'éthanol ». De toute façon, Lester R. Brown précise « si la totalité de la récolte de maïs américaine était transformée en biocarburants, cela ne satisferait toujours que moins du sixième de la demande U.S.⁵ »

Second producteur mondial de maïs, derrière les Etats-Unis, la Chine devrait, d'ici quelques années, devenir importateur net, eu égard à l'extraordinaire croissance de sa demande, non seulement pour des usages alimentaires, notamment sous forme d'alimentation du bétail, mais aussi pour produire de l'éthanol carburant qui absorbe, actuellement, autour de 9% de sa production nationale.

En Espagne, les agriculteurs souhaitent accroître au maximum les débouchés énergétiques de leurs productions, d'autant plus que cela correspond aux souhaits des autorités. C'est ainsi que l'Association Générale des Producteurs de Maïs d'Espagne (AGPME) incite vivement ses adhérents à profiter du fait que « le prix mondial du maïs a dépassé pour la première fois dans l'histoire le prix du blé »⁶. L'AGPME a donc poussé les agriculteurs à accroître la sole consacrée au maïs pour les campagnes 2007 et 2008, face à la certitude d'obtenir des prix rentables à la production.

2) Sucre : entre tensions et variations erratiques des cours

Le Brésil a réalisé un double arbitrage. En premier lieu, en faveur de l'agriculture de rente au détriment de l'agriculture vivrière, ce qui a conduit à l'affectation de véritables domaines latifundiaires consacrés à la monoculture de la canne à sucre. A tous égards, sur les plans économique, environnemental, ce choix fut crucial. Sur le plan social, cette évolution s'est réalisée au détriment des petits agriculteurs, expulsés de leurs exploitations.

En second lieu, c'est en fonction de la seule rentabilité qu'en permanence les planteurs de canne à sucre arbitrent entre le débouché du sucre et celui de l'éthanol carburant. Pour le Brésil, premier producteur et exportateur mondial de sucre de canne, le débouché extérieur et celui de l'éthanol sont donc essentiels.

C'est ainsi que pour la campagne 2005-2006, plus de 50% de la récolte brésilienne de sucre de canne ont été affectés à la production d'éthanol carburant. De ce fait, l'éthanol représente 40% du carburant utilisé sur le territoire brésilien. La mise sur le marché dans les années 2000, de véhicules *flex fuel* pouvant rouler soit à l'essence, soit à l'éthanol pur ou encore grâce à un mélange présentant un taux obligatoire de 25% d'éthanol, a représenté une innovation considérable donnant une très grande souplesse à ce système hybride.

Toujours dans le domaine de l'éthanol carburant, il importe de noter que les évolutions de la politique agricole commune de l'Union européenne ont navigué entre

⁵ Lester R. Brown. "Ethanol could leave the world hungry". 16/8/2006. Fortune Magazine.

⁶ Asociación General de Productores de Maíz de España (AGPME). Compte rendu sur la journée consacrée à la PAC. Mérida (Espagne), 16/02/2007.

différents écueils. A partir de juillet 2006, l'UE a mis en œuvre une réforme importante du secteur du sucre afin que les prix internes se rapprochent des cours internationaux, en supprimant les *restitutions* à l'exportation, ce qui devrait entraîner une forte chute des exportations européennes de sucre que la FAO estime de l'ordre de 5 millions de tonnes annuellement. Ainsi l'Union européenne répondait-elle aux critiques de ses grands concurrents internationaux et notamment à celles exprimées par les pays du *groupe de Cairns*⁷, qui lui reprochaient sa politique productiviste. L'évolution des cours sur le marché du sucre prouve qu'il n'a plus besoin d'être soutenu. En effet, compte tenu de la forte extension du débouché de l'éthanol carburant, les prix du sucre évoluent parallèlement à ceux des hydrocarbures. Ils flambaient sur le marché de Londres en mai 2006, alors que le baril de pétrole dépassait les 70 dollars.

Marché à terme du sucre de Londres
(En dollars par tonne)

Echéances	Mai
Clôture le 31/12/2004	268,80 (mai 05)
Clôture le 02/01/2006	361,70 (mai 06)
Clôture le 10/05/2007	352 (mai 07)

Source : Les Echos, 03/01/2005, 04/01/2006, 11-12/05/2007.

Dans l'autre sens, alors que le prix du baril s'était infléchi temporairement en 2007, les mercuriales ont enregistré une réduction des cours du sucre sur les marchés à terme.

L'UE s'efforce de promouvoir l'utilisation de carburants non conventionnels afin de lutter contre l'émission de gaz à effet de serre et de diversifier ses sources d'énergie⁸. Aussi, dans le cadre de la nouvelle organisation commune du marché du sucre, la production de betteraves sucrières destinée à la fabrication d'éthanol carburant demeure-t-elle non contingentée par des quotas.

3) Huiles : des tensions tous azimuts

Les tensions sur le marché des huiles sont manifestement très élevées, eu égard à la volonté des pays asiatiques de développer la production de carburants non conventionnels.

L'accroissement des usages alimentaires et énergétiques des oléagineux, dont émane le biodiesel, a provoqué leur fort renchérissement, tout comme pour les matières premières dont est issu l'éthanol.

⁷ Le *Groupe de Cairns* regroupe 17 pays : Afrique du Sud, Argentine, Australie, Bolivie, Brésil, Canada, Chili, Colombie, Costa-Rica, Guatemala, Indonésie, Malaisie, Nouvelle-Zélande, Paraguay, Philippines, Thaïlande, Uruguay.

⁸ Cf. Commission des Communautés Européennes. Communication : Stratégie de l'UE en faveur des biocarburants. Bruxelles, le 8.2.2006. COM (2006) 34 final.

Marché à terme de l'huile de palme à Kuala Lumpur
(en ringgts par tonne)

Echéances	Avril	Juin
Clôture le 30/01/2006	1443	
Clôture le 20/03/2007	1980	
Clôture le 10/05/2007		2408

Source : Les Echos, 30/01/2006, 20/03/2007, 11-12 mai 2007.

Les pays en développement, d'Asie du Sud Est et d'Amérique latine, se sont engagés dans de vastes programmes de développement de production d'huile végétale à des fins énergétiques, ce qui renforce la concurrence avec les usages alimentaires de ces productions. Aussi, les cours de l'huile de palme et du soja se sont-ils envolés, ce qui réduit le pouvoir d'achat, risque de compromettre les approvisionnements de la population et, à terme, ne peut que nuire à la compétitivité des biocarburants, surtout dans les phases de rémissions des tensions sur les prix des hydrocarbures.

Marché à terme de l'huile de soja à Chicago
(cents par livre)

Echéances	Mai
Clôture au 27/01/2006	22,39
Clôture au 10/05/2007	33,1

Source : Les Echos, 30/01/2006, 11-12/05/2007.

Au delà de cette répercussion sur les prix de la matière première, d'aucuns dénoncent les conséquences dommageables sur l'environnement de l'expansion anarchique des cultures énergétiques, dans les pays à bas coûts de main-d'œuvre.

Le développement des cultures énergétiques provoque partout un effet d'éviction s'exerçant à l'encontre des cultures alimentaires. Cet effet d'éviction peut prendre une forme particulière qui vient d'être observée en Europe, à travers les arbitrages entre cultures opérés par les producteurs traditionnels d'orge destinée aux brasseries. La réduction des emblavements en orge, au profit du colza destiné à la production de biodiesel, a provoqué un envol des cours de l'orge brassicole qui ont doublé entre le second semestre 2006 et le premier trimestre 2007.

Marché à terme du colza à Paris
(En euros par tonne)

Echéances	Mai	Novembre
Clôture au 2/01/2006	223,75	
Clôture au 10/05/2007	263	270,25

Source : Les Echos, 4/01/2006, 11-12/05/2007.

Source essentielle du biodiesel européen, le colza a connu, également, des tensions reflétant l'extension du débouché énergétique et les variations de la sole, donc de l'offre. La mercuriale du colza à Paris en porte témoignage.

Le Brésil sera manifestement très présent sur la filière du biodiesel de première génération. Avec la culture du soja dont il est actuellement le second

producteur mondial derrière les Etats-Unis, alors qu'il ne produisait quasiment rien en la matière dans les années 1940, c'est à un processus comparable à celui de l'éthanol de canne à sucre dans lequel s'est engagé ce pays. Il n'est donc pas étonnant que la formidable augmentation de la production de soja soit en partie destinée à l'exportation pour nourrir le bétail américain et européen et que le Brésil ait commencé en 2005 à produire du biodiesel, les pouvoirs publics manifestant un grand intérêt pour cette seconde filière des biocarburants de première génération. Celle-ci est dominée jusqu'à présent par la production européenne (83% de la production mondiale) mais, eu égard à la politique brésilienne et à celle des producteurs asiatiques d'huile de palme, le score de l'Europe risque d'être rapidement écorné.

II) Les biocarburants de seconde génération à l'orée de leur développement

Les matières premières mises en œuvre pour élaborer les biocarburants de seconde génération ne peuvent faire l'objet d'un usage alimentaire puisqu'elles sont issues de déchets végétaux, organiques, comme la paille des céréales, des résidus de l'industrie du bois, d'huiles végétales, de graisses animales et, d'autre part, de la sylviculture et autres espèces végétales ligneuses non comestibles. Il n'est donc plus question de concurrence entre débouchés alimentaires et énergétiques.

Les biocarburants de seconde génération, sont en pleine phase de recherche développement : différents procédés de conversion de la biomasse en hydrocarbures de synthèse sont testés⁹.

Ces filières nouvelles de biocarburants de synthèse présentent un intérêt essentiel pour les pays, quel que soit leur stade de développement, qui sont dotés de ressources forestières importantes et de terres en friche. Ces filières présentent toutes l'avantage d'éviter de déséquilibrer les marchés de denrées alimentaires.

Indépendamment de l'aspect énergétique, le développement des filières de biocarburants de seconde, comme de première génération, pourrait représenter une importance considérable pour l'environnement, l'emploi, l'aménagement du territoire dans tous les pays.

Bien entendu le développement des filières de biocarburants, au delà de la faisabilité technique, reste suspendu à leur compétitivité relativement aux hydrocarbures et, à un terme probablement lointain, aux autres carburants non conventionnels tels que l'hydrogène. Manifestement, le surcoût des biocarburants de seconde génération dépasse celui pénalisant les biocarburants de première génération dans les pays développés qui supportent des coûts élevés de main-d'œuvre.

Au premier abord, il paraît logique de considérer le développement des biocarburants comme partie intégrante d'une politique énergétique visant à faire face à la pénurie annoncée des ressources d'hydrocarbures et à réduire la dépendance énergétique, cependant des motivations collatérales peuvent conduire à promouvoir des cultures énergétiques pour des raisons environnementales ou d'aménagement du territoire.

⁹ Le CEA, Commissariat à l'Energie Atomique, et l'IFP, Institut français du Pétrole, conduisent en association des études sur les biocarburants de seconde génération. Il en va de même pour les compagnies pétrolières. A titre d'exemple, le groupe Total teste les voies suivantes : biogazole de synthèse (NExBTL), Biomass To Liquid (BTL), Hydro Thermal Upgrading (HTU).

1) Pallier la pénurie énergétique

Les perspectives d'épuisement des gisements d'hydrocarbures imposeront, à plus ou moins long terme, le développement de carburants non conventionnels quelle que soit leur nature. Diverses voies sont explorées, dont celles des biocarburants, par les pays souffrant de pénuries énergétiques, voire d'une multitude de handicaps pour ce qui concerne les pays en développement.

Les forts taux de croissance des pays émergents tels que la Chine et l'Inde, qui fluctuent autour de 10% par an, entraînent des tensions considérables sur les marchés internationaux de matières premières. Les trends des cotations de prix, en particulier des ressources énergétiques, sont nettement orientés à la hausse. La recherche de carburants de substitution participe de la volonté des Etats de réduire leur dépendance énergétique alors qu'ils sont confrontés à de multiples contraintes.

Le développement durable des carburants de substitution est subordonné à leur degré de compétitivité face aux carburants conventionnels. Les pays dépendants des importations d'hydrocarbures, qu'ils soient développés ou en développement, se trouvent confrontés à des prix du baril de pétrole identiques, seuil que ne doivent pas dépasser les coûts des substituables. A cet égard, pays en développement et pays développés sont loin d'être sur un pied d'égalité. Du fait de coûts de main-d'œuvre largement moindres, les productions des pays en développement peuvent devenir rentables alors qu'elles en sont loin dans les pays développés. C'est ce qui s'est vérifié pour les biocarburants de première génération avec l'éthanol de canne à sucre brésilien et qui le sera probablement pour ceux de seconde génération. Est-ce à dire que les pays développés devraient importer leurs biocarburants plutôt que de les produire sur leur propre territoire ?

2) Dédier des terres à des cultures énergétiques

La culture de denrées alimentaires peut s'avérer impossible sur certains territoires. Des terres ne peuvent être affectées à des cultures alimentaires pour des raisons climatiques ou du fait de sols pollués. D'autres terres, qui ont naguère été consacrées à des cultures alimentaires, sont mises obligatoirement ou volontairement en jachère pour des raisons économiques, comme dans l'Union européenne.

a) Valoriser des terres en zones arides et semi-arides

Des terres pauvres, non irrigables, impropres aux cultures vivrières, laissées à l'abandon, pourraient être valorisées par des espèces végétales particulièrement résistantes à des milieux hostiles.

Des recherches sont menées sur des végétaux à même de s'acclimater dans de vastes zones semi-arides de pays en développement d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine qui ne peuvent, en aucun cas, porter des cultures vivrières. Il n'est pas question de recenser la totalité des espèces, graminées et arbustes à même de supporter un tel environnement. Quelques exemples sont cependant significatifs des répercussions économiques et environnementales de ces cultures non alimentaires et du degré d'implication des pouvoirs publics dans le développement de carburants alternatifs d'origine végétale.

Actuellement, bien des espoirs sont fondés sur les potentialités énergétiques présentées par le jatropha curcas¹⁰, en particulier en Inde. Ce pays est confronté à la nécessité d'importer massivement du pétrole alors qu'il dispose de vastes étendues de terres arides où cette graminée prospère naturellement.

Des politiques gouvernementales de grande ampleur, à l'échelle des pays concernés, sont envisagées, ce qui amène à évoquer les heurs et malheurs du *Jatropha curcas*.

Ce végétal présenterait de multiples qualités. D'une durée de vie de plusieurs dizaines d'années, le jatropha produit des fruits toxiques dont une huile est extraite par pressage. Pour ses thuriféraires, cette culture énergétique présente des avantages majeurs par rapport au colza, au tournesol et au soja : culture pérenne ne nécessitant ni engrais ni traitements phytosanitaires, les rendements à l'hectare du jatropha sont nettement supérieurs à ceux des oléagineux alimentaires. De plus, le jatropha permet de reboiser des zones quasi désertiques alors qu'en Amérique latine, les programmes de production de biodiesel de soja entraînent un déboisement de la forêt amazonienne. Des reproches similaires avaient été adressés aux producteurs d'éthanol de canne à sucre brésiliens.

J-D. et E. Pellet soulignent que l'Inde s'est fixée pour objectif, à l'horizon 2012, d'implanter le jatropha curcas sur 40 millions d'hectares. Les gouvernements d'autres pays asiatiques, comme la Chine, le Vietnam, semblent disposer, également, à lancer de vastes programmes de plantations. Les projets pilotes peuvent avoir des destinées très dissemblables.

Le succès de ces programmes de cultures énergétiques de seconde génération suppose la mise en œuvre d'investissements importants et l'adhésion des planteurs. Ce ne fut pas le cas, lorsque le Nicaragua, dans le cadre d'une coopération avec l'Autriche, s'est efforcé de mettre sur pied un petit projet pilote dans les années 1990. Projet pilote puisqu'il s'agissait de produire suffisamment d'huile de jatropha pour constituer un biodiesel permettant de faire circuler 220 véhicules. Une conjonction de facteurs défavorables conduisirent à l'abandon du projet : nécessité d'emprunter pour les agriculteurs afin de financer la plantation, mauvais entretien des parcelles alors que la mise à fruits n'est effective que trois ans après la plantation, absence de suivi du projet par l'administration.

Le Nicaragua ne veut pas rester sur cet échec. Cette fois-ci, dans le cadre d'une coopération avec l'Allemagne, un autre projet pilote de production de biodiesel à partir d'huile végétale comestible mais en l'occurrence peu raffinée, est actuellement mis sur pied, vu le succès remporté par un projet similaire au Pérou. Le projet pourrait s'étendre à une matière végétale non comestible telle que le jatropha.

b) Exploiter le rôle épurateur de la biomasse

Des cultures dédiées sont testées quant à leur rôle épurateur. C'est ainsi que des taillis à courte et très courte rotation sont implantés, afin d'assainir les terres, dans des zones d'épandage de stations d'épuration. Ces cultures énergétiques destinées initialement à la production de biomasse combustible représentent une source de fibres lignocellulosiques pouvant être destinées à la production d'éthanol carburant de seconde génération. La dépollution des terres, à travers ces implantations, constitue l'objectif premier, l'exploitation de la biomasse à des fins

¹⁰ Cf. Jean-Daniel Pellet et Elsa Pellet. « *Jatropha Curcas le meilleur des biocarburants. Mode d'emploi, histoire et avenir d'une plante extraordinaire.* ». Editions Favre. Février 2007.

énergétiques représentant alors un produit fatal à même de réduire le coût de l'opération, voire de la rentabiliser. Voilà une des grandes différences par rapport aux biocarburants de première génération, les cultures de céréales, de betteraves, de canne à sucre et d'oléagineux donnent lieu à épandages de fertilisants et de produits phytosanitaires pouvant s'avérer nuisibles à l'environnement.

c) Implanter des cultures énergétiques s'accommodant de terres polluées

Certaines cultures n'ont pas de pouvoir dépolluant mais présentent, cependant, le gros avantage de pouvoir croître dans des terrains pollués. Tel est le cas, de plus en plus évoqué, du miscanthus gigantesque ou roseau de Chine.

Le pouvoir calorifique du miscanthus est notamment mis en avant par la société britannique *Bical (Biomass industrial crops Ltd)*. La recherche développement, les promoteurs de l'usage énergétique de cette graminée soulignent ses avantages.

Cette culture pérenne, implantée pour des durées de 20 à 30 ans, n'exige ni intrants ni produits phytosanitaires et s'avère une source abondante de production de fibres lignocellulosiques.

C'est un biocombustible utilisable dans les centrales thermiques associé au charbon.

Une fois franchi le pas de la recherche, le miscanthus s'avèrerait une source importante d'éthanol carburant de seconde génération.

Il représenterait un atout environnemental, en permettant de réhabiliter des terres polluées impropres aux cultures alimentaires, en contribuant, même de façon marginale, à l'atténuation des crises énergétiques, tout en favorisant la lutte contre l'émission de gaz à effet de serre.

Les grandes agglomérations sont confrontées à l'acuité des problèmes liés au traitement et aux épandages des boues des stations d'épuration. C'est ainsi qu'en Île de France, dans le cadre d'un développement programmé qui se veut durable, le schéma directeur de la région insiste sur la nécessité de reconvertir les terres polluées par les effluents des stations d'épuration.

« L'aménagement des anciens sites d'épandage des eaux usées de l'agglomération dans les secteurs d'Achères, de la boucle de Chanteloup et de Pierrelaye-Bessancourt, notamment dans le cadre de leurs périmètres régionaux d'intervention foncière, doit éviter la migration des polluants, par exemple en favorisant des productions agricoles non alimentaires »¹¹.

Pays développés et en développement manifestent, plus ou moins, un intérêt pour la culture du miscanthus. En France, des projets pilotes sont conduits par l'INRA¹². D'autres espèces, comme le switchgrass, s'avèrent prometteuses, quant à la production d'une biomasse abondante. La culture du switchgrass, ou panic érigé, est notamment conduite aux Etats-Unis.

¹¹ Schéma directeur de la région Île de France. Projet version 1. Document de travail Région-IAURIF 15 novembre 2006, P. 85.

¹² INRA Lille « Miscanthus, un encouragement pour les bioénergies ». Communication 05/02/2007.

3) Aménager le territoire

Le développement des cultures énergétiques, et particulièrement celles dont seront issus les biocarburants de seconde génération, peut être mis au service de la politique d'aménagement du territoire grâce aux revenus induits par leur mise en œuvre. En effet, les compléments de revenus procurés aux agriculteurs par ces spéculations pourraient permettre de ralentir l'exode rural et donc la désertification des campagnes dans les pays développés et en développement.

a) Exode rural et déprise agricole

La révolution agricole qui s'est opérée, après la seconde guerre mondiale, a entraîné un véritable déménagement du territoire évoqué, en son temps, par Jean-François Gravier dans « *Paris et le désert français* » (1947). Ce mouvement s'est accéléré par la suite durant les *trente glorieuses*.

Un exode rural massif a remodelé les campagnes entraînant un effondrement du nombre des exploitations agricoles et de la population active agricole, qui est passée en France, du 1/3 de la population active totale au lendemain de la seconde guerre mondiale à moins de 5% aujourd'hui. Bien que la surface agricole utile par exploitation ait fortement augmenté, cette évolution a engendré une extension des friches et de la forêt. De nouveaux débouchés procureraient un complément aux revenus agricoles et favoriseraient donc le maintien d'une activité agricole dans des zones de faible peuplement.

Par le passé, la sylviculture a fait preuve de sa capacité à répondre à de multiples besoins, pour fournir les populations en bois de chauffage, pour stabiliser les sols et les assainir, comme en témoignent l'implantation de la forêt des Landes et la reconstitution du massif forestier de l'Aigoual, constituer le bois d'œuvre nécessaire à la construction d'embarcations, approvisionner les houillères en bois destiné à étayer les galeries des mines, etc. Serait-elle à même de relever un nouveau défi en contribuant à réduire le déficit énergétique ?

b) Des activités agricoles et forestières au service du développement durable.

La volonté de maîtriser une offre agricole excédentaire a conduit les pouvoirs publics à « geler » des terres dans le cadre de la jachère obligatoire. Ce fut le cas aux Etats-Unis, c'est toujours le cas dans l'Union européenne. Pour des raisons environnementales, ces jachères doivent être entretenues.

La jachère obligatoire imposée par l'Union européenne, pour lutter contre les excédents agricoles à la charge du budget communautaire peut être affectée à des cultures non alimentaires, en particulier à des cultures énergétiques. Ainsi, la jachère est-elle valorisée en étant tout à la fois au service des politiques agricoles et énergétiques.

Les cultures énergétiques peuvent être annuelles, comme celles destinées à la production de biocarburants de première génération (céréales, oléagineux), mais relèvent, également, de cultures pérennes destinées à la production de biocarburants de seconde génération, telles le miscanthus, le switchgrass ou la sylviculture. Les investissements pour implanter ces espèces non alimentaires sont certes plus lourds que pour les annuelles mais ils sont réalisés pour des périodes pouvant s'étaler sur une vingtaine d'années, voire plus.

Les lois d'orientation agricole françaises de 1999 et de 2006 ont intégré les profondes mutations ayant affecté la politique agricole commune (PAC) de l'Union européenne. Surtout depuis 1999, la PAC a été marquée par l'abandon progressif du soutien des prix à la production plus ou moins compensé par le versement d'aides directes aux producteurs, par le découplage partiel de ces aides du volume de la production ainsi que par la prise en compte, à côté du « pilier » production, d'un « pilier » environnemental important.

A ces différents niveaux, plusieurs objectifs conjoints sont poursuivis :

- rechercher et développer des débouchés non alimentaires aux productions agricoles

- « consolider le revenu agricole et favoriser l'activité »¹³

- réduire les coûts de la PAC

- promouvoir une agriculture durable, respectueuse de l'environnement

- contribuer à desserrer la contrainte énergétique et lutter contre les émissions de gaz à effet de serre, ce qui permet de prendre en compte les objectifs internationaux définis à Kyoto. C'est ainsi que l'article 43 III, de la loi d'orientation agricole de 2006, complète l'article L1er du code forestier :

« La gestion forestière et la valorisation des produits forestiers contribuent à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et au développement des énergies renouvelables ».

Cette valorisation implique certes le recours au bois en tant que combustible alimentant chaudières et chaufferies collectives en bois déchiquetés, plaquettes et granulés mais aussi le développement des biocarburants de seconde génération. Par ailleurs, celui-ci permettrait de valoriser des déchets végétaux, sciures, rebuts des industries du bois, plutôt que de recourir à leur incinération.

Conclusion

Il est évident que les biocarburants de première génération ne peuvent se substituer intégralement aux hydrocarbures, compte tenu de l'insuffisance des terres disponibles. Le Comité consultatif pour la recherche sur les biocarburants¹⁴ estime que sur les 100 millions d'hectares de surface agricole utile de l'Union européenne à 25, 18 millions devraient être affectées à des cultures énergétiques de première génération pour atteindre l'objectif d'incorporation de 5,75% de biocarburants à l'horizon 2010. Sur cette base, toutes choses égales par ailleurs, ce sont 313 millions d'hectares qui devraient être consacrés à des cultures énergétiques pour couvrir intégralement les besoins en carburant de la zone. Il serait donc totalement irréaliste d'imaginer pouvoir opérer un remplacement des hydrocarbures par des biocarburants de première génération. De même ne peuvent-ils prétendre assumer une part très élevée des carburants de substitution, sauf exception dans le temps et dans l'espace comme au Brésil, eu égard à la concurrence quant à l'affectation des terres entre cultures alimentaires et industrielles. D'autres voies sont également explorées, comme celle de l'hydrogène, pour élaborer des carburants alternatifs.

Les biocarburants de première génération présentent un bilan environnemental mitigé. A preuve, l'extension de la production de la canne à sucre

¹³ Titre III de la loi d'orientation agricole de 2006.

¹⁴ Cf. rapport Biofrac (Biofuels Research Advisory Committee): "Les biocarburants dans l'UE, une vision pour 2030 et au delà". Mars 2006.

au Brésil, très critiquée pour ses répercussions dommageables sur l'environnement et la société, du fait de la déforestation, de la pollution des sols et de l'éviction des populations locales qu'elle a entraînées.

Des effets pervers identiques apparaissent, liés à l'expansion des productions de soja. Le Brésil, voulant assurer le décollage de sa filière biodiesel, ces effets pervers risquent de s'amplifier, alors qu'il est déjà un gros producteur et exportateur de soja alimentaire destiné notamment à l'alimentation animale. Ces cultures de rente sont gourmandes en eau, entraînent l'utilisation de pesticides polluant nappes phréatiques et atmosphère. De multiples ONG dénoncent les risques d'érosion dus au lessivage des sols, suite à la déforestation de vastes zones tropicales qu'elles ont entraînée.¹⁵

La nécessité de réaliser l'irrigation des cultures représente une redoutable externalité négative dans de nombreux pays. Ainsi, la culture du maïs, largement irriguée entraîne-t-elle un prélèvement considérable sur les cours d'eau et nappes phréatiques. Selon les périodes, occupant la première ou la seconde place des producteurs d'éthanol carburant, les Etats-Unis sont confrontés à ce problème, les prélèvements sur les ressources aquifères réalisés par les agriculteurs étant élevés. En Europe, ces prélèvements peuvent représenter, également, un obstacle à l'expansion des productions agricoles.

Dans certaines contrées, il est difficilement concevable que l'on accentue les prélèvements en eau pour conduire des cultures destinées à des usages non alimentaires. Ainsi, périodiquement, le niveau des nappes d'eau souterraines ayant fléchi dangereusement, les pouvoirs publics ont-ils été amenés en France à inciter les agriculteurs à réduire leurs emblavements en maïs au profit de cultures moins exigeantes en eau. Ce sont des préoccupations auxquelles se trouvent confrontés les pays méditerranéens dans leur ensemble, en particulier l'Espagne, premier producteur d'éthanol carburant européen. De ce fait, les pouvoirs publics, en particulier la Commission européenne, qui souhaitent encourager plus ou moins la production de biocarburants en Europe, insistent-ils sur la nécessité de procéder à une conduite des cultures énergétiques respectueuse de l'environnement, limitant également les intrants, à partir de la mise en œuvre de projets pilotes.

Globalement, pour rendre moins marginale la contribution des biocarburants et éviter l'effet d'éviction exercé par l'extension des cultures énergétiques à l'encontre des cultures alimentaires, il est nécessaire de faire appel à leur seconde génération, fondée sur l'exploitation des fibres lignocellulosiques. L'Union européenne veut agir en ce sens.

Avec des cultures dédiées, telles celles de taillis à courte rotation (TCR) et à très courte rotation (TTCR), la biomasse fut d'abord sollicitée en tant que biocombustible, le bois étant transformé en plaquettes ou granulés destinés à alimenter les chaufferies. C'est donc à partir du même type d'exploitation que la recherche développement s'attache à produire des carburants synthétiques. D'autres cultures dédiées également à la production de biocarburants de seconde génération d'espèces non utilisables pour la consommation, voire même toxiques comme le *Jatropha curcas*, le *Miscanthus*, le *switchgrass*, permettraient de fournir une abondante production lignocellulosique. De même, plutôt que de recourir à l'incinération, la recherche tend à valoriser les déchets végétaux, sciures, rebus des industries du bois à travers la production de biocarburants de seconde génération. Reste à franchir le gap technologique permettant d'en extraire les carburants.

¹⁵Cf. Observatorio de corporaciones transnacionales. IDEAS/Iniciativas de Economía Alternativa y Solidaria. « Impacto social y ambiental de las corporaciones de este sector ».

Au sein de l'Union européenne, l'Institut Français du Pétrole (IFP)¹⁶ est fortement impliqué dans l'amélioration de la qualité, la réduction des coûts des biocarburants de première génération et dans la recherche, en collaboration avec le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), sur les biocarburants de seconde génération. C'est ainsi que l'IFP assure la coordination du « *développement d'un procédé de production à haut rendement de bioéthanol à partir de lignocellulose (...) avec, en 2005, le démarrage du projet européen NILE (New Improvements for Lignocellulosic Ethanol)*¹⁷ », un projet pilote devant aboutir à la construction, en Suède, d'une usine de conversion de la lignocellulose en biocarburants.

¹⁶ IFP. Cf. rapport annuel 2005.(3/07/2006).

¹⁷ Rapport IFP 2005, p.30.

Références bibliographiques et électroniques

Alcosuisse. Etha + Un carburant vert. Un additif vert.

Asociación General de Productores de Maíz de España (AGPME). Compte rendu sur la journée consacrée à la PAC. Mérida (Espagne), 16/02/2007.

BioDieselSpain.com. « Instalan nueva procesadora de biodiesel en Chinadonga (Nicaragua) » 25/09/2006.

<http://www.google.fr/search?hl=fr&q=biodieselSpain.com&btnG=Rechercher&meta=>

CEA, Commissariat à l'Energie Atomique. Transport. « Le CEA assemble la voiture propre ». Les défis du CEA. 118, octobre 2006.

http://www.cea.fr/var/cea/Defis-CEA/defis/118/CEA_DEFIS118_P04_10.pdf

CEA. De la recherche à l'industrie. « Biocarburants de 2^{ème} génération ; des progrès réalisés dans les procédés de gazéification de la biomasse », 12/12/2006.

http://www.cea.fr/le_cea/actualites/biocarburants_de_2eme_generation_des_progres_r

CLEFS CEA-N°50/51-Hiver 2004-2005. « L'hydrogène, les nouvelles technologies de l'énergie ». Magazine, 23 mars 2005.

Commission européenne. Communication : Stratégie de l'UE en faveur des biocarburants. Bruxelles, le 8.2.2006. COM (2006) 34 final.

Commission européenne. RDT info. Magazine de la recherche, n°50 août 2006. Energies durables.

« El Mundo » Biocombustibles. Supplements. Febrero 2006. Portal de energías renovables.

<http://es.search.yahoo.com/search?p=el+mundo+portal+de+energias+renovables&prssweb=Buscar&ei=UTF-8&fr=yfp-t-501&x=wrt&meta=vl%3D>

INRA Lille. « Miscanthus, un encouragement pour les bioénergies ». Service communication. Dernière mise à jour : 05/02/2007.

http://w3.lille.inra.fr/science_pour_tous/dossiers_thematiques/miscanthus_un_encouragement_pour_les_bioenergies

La Prensa. El diario de los nicaraguenses. 19/07/2000. « Nicaragua desaprovechó oportunidad de producir biodiesel » :

<http://www-ni.laprensa.com.ni/archivo/2000/julio/13/economia/economia-20000713-01.html>

Les amis de la terre. « Biocarburants : pire que des énergies fossiles. Huile de palme et déforestation ». 4 mars 2006. Par coordination ATF.

http://www.amisdela terre.org/article.php3?id_article=2159

Lester R. Brown « Ethanol could leave the world hungry ». 16/8/2006. Fortune Magazine.

Lester R. Brown. Earth Policy Institute "Supermarkets and service stations now competing for grain". 13/7/2006-5.

©L'Observateur de l'OCDE, n°254, mars 2006.

Loi d'orientation agricole n° 2006-11 du 5 janvier 2006. Journal officiel de la République française du 6 janvier 2006.

Pellet Jean-Daniel et Pellet Elsa. « Jatropha Curcas le meilleur des biocarburants. Mode d'emploi, histoire et avenir d'une plante extraordinaire. ». Editions Favre. Février 2007.

SDRIF. Schéma directeur de la région Île de France. Projet version 1. Document de travail Région-IAURIF. 15/11/2006.

Sénat. « Energies renouvelables et développement local, l'intelligence territoriale en action ».

<http://www.senat.fr/rap/r05-436/r05-43669.html>

Sommaire	Pages
Introduction	
I) Les biocarburants de première génération face à leurs externalités négatives	1
1) Céréales : des excédents à la raréfaction de la ressource	1
2) Sucre : entre tensions et variations erratiques des cours	4
3) Huiles : des tensions tous azimuts	5
II) Les biocarburants de seconde génération à l'orée de leur développement	7
1) Pallier la pénurie énergétique	8
2) Dédier des terres à des cultures énergétiques	8
3) Aménager le territoire	11
Conclusion	12
Références bibliographiques et électroniques	15

LISTE DES CAHIERS DE RECHERCHE CREDEN*

95.01.01	<i>Eastern Europe Energy and Environment : the Cost-Reward Structure as an Analytical Framework in Policy Analysis</i> Corazón M. SIDDAYAO
96.01.02	<i>Insécurité des Approvisionnements Pétroliers, Effet Externe et Stockage Stratégique : l'Aspect International</i> Bernard SANCHEZ
96.02.03	<i>R&D et Innovations Technologiques au sein d'un Marché Monopolistique d'une Ressource Non Renouvelable</i> Jean-Christophe POUDOU
96.03.04	<i>Un Siècle d'Histoire Nucléaire de la France</i> Henri PIATIER
97.01.05	<i>Is the Netback Value of Gas Economically Efficient ?</i> Corazón M. SIDDAYAO
97.02.06	<i>Répartitions Modales Urbaines, Externalités et Instauration de Péages : le cas des Externalités de Congestion et des «Externalités Modales Croisées»</i> François MIRABEL
97.03.07	<i>Pricing Transmission in a Reformed Power Sector : Can U.S. Issues Be Generalized for Developing Countries</i> Corazón M. SIDDAYAO
97.04.08	<i>La Dérégulation de l'Industrie Electrique en Europe et aux Etats-Unis : un Processus de Décomposition-Recomposition</i> Jacques PERCEBOIS
97.05.09	<i>Externalité Informationnelle d'Exploration et Efficacité Informationnelle de l'Exploration Pétrolière</i> Evariste NYOUKI
97.06.10	<i>Concept et Mesure d'Equité Améliorée : Tentative d'Application à l'Option Tarifaire "Bleu-Blanc-Rouge" d'EDF</i> Jérôme BEZZINA
98.01.11	<i>Substitution entre Capital, Travail et Produits Energétiques : Tentative d'application dans un cadre international</i> Bachir EL MURR
98.02.12	<i>L'Interface entre Secteur Agricole et Secteur Pétrolier : Quelques Questions au Sujet des Biocarburants</i> Alain MATHIEU
98.03.13	<i>Les Effets de l'Intégration et de l'Unification Économique Européenne sur la Marge de Manœuvre de l'État Régulateur</i> Agnès d'ARTIGUES
99.09.14	<i>La Réglementation par Price Cap : le Cas du Transport de Gaz Naturel au Royaume Uni</i> Laurent DAVID
99.11.15	<i>L'Apport de la Théorie Économique aux Débats Énergétiques</i> Jacques PERCEBOIS
99.12.16	<i>Les biocombustibles : des énergies entre déclin et renouveau</i> Alain MATHIEU
00.05.17	<i>Structure du marché gazier américain, réglementation et tarification de l'accès des tiers au réseau</i> Laurent DAVID et François MIRABEL

* L'année de parution est signalée par les deux premiers chiffres du numéro du cahier.

00.09.18	<i>Corporate Realignments in the Natural Gas Industry: Does the North American Experience Foretell the Future for the European Union ?</i> Ian RUTLEDGE et Philip WRIGHT
00.10.19	<i>La décision d'investissement nucléaire : l'influence de la structure industrielle</i> Marie-Laure GUILLERMINET
01.01.20	<i>The industrialization of knowledge in life sciences Convergence between public research policies and industrial strategies</i> Jean Pierre MIGNOT et Christian PONCET
01.02.21	<i>Les enjeux du transport pour le gaz et l'électricité : la fixation des charges d'accès</i> Jacques PERCEBOIS et Laurent DAVID
01.06.22	<i>Les comportements de fraude fiscale : le face-à-face contribuables – Administration fiscale</i> Cécile BAZART
01.06.23	<i>La complexité du processus institutionnel de décision fiscale : causes et conséquences</i> Cécile BAZART
01.09.24	<i>Droits de l'homme et justice sociale. Une mise en perspective des apports de John Rawls et d'Amartya Sen</i> David KOLACINSKI
01.10.25	<i>Compétition technologique, rendements croissants et lock-in dans la production d'électricité d'origine solaire photovoltaïque</i> Pierre TAILLANT
02.01.26	<i>Harmonisation fiscale et politiques monétaires au sein d'une intégration économique</i> Bachir EL MURR
02.06.27	<i>De la connaissance académique à l'innovation industrielle dans les sciences du vivant : essai d'une typologie organisationnelle dans le processus d'industrialisation des connaissances</i> Christian PONCET
02.06.28	<i>Efforts d'innovations technologiques dans l'oligopole minier</i> Jean-Christophe POUDOU
02.06.29	<i>Why are technological spillovers spatially bounded ? A market orientated approach</i> Edmond BARANES et Jean-Philippe TROPEANO
02.07.30	<i>Will broadband lead to a more competitive access market ?</i> Edmond BARANES et Yves GASSOT
02.07.31	<i>De l'échange entre salaire et liberté chez Adam Smith au « salaire équitable » d'Akerlof</i> David KOLACINSKI
02.07.32	<i>Intégration du marché Nord-Américain de l'énergie</i> Alain LAPOINTE
02.07.33	<i>Funding for Universal Service Obligations in Electricity Sector : the case of green power development</i> Pascal FAVARD, François MIRABEL et Jean-Christophe POUDOU
02.09.34	<i>Démocratie, croissance et répartition des libertés entre riches et pauvres</i> David KOLACINSKI
02.09.35	<i>La décision d'investissement et son financement dans un environnement institutionnel en mutation : le cas d'un équipement électronucléaire</i> Marie-Laure GUILLERMINET
02.09.36	<i>Third Party Access pricing to the network, secondary capacity market and economic optimum : the case of natural gas</i> Laurent DAVID et Jacques PERCEBOIS
03.10.37	<i>Competition And Mergers In Networks With Call Externalities</i> Edmond BARANES et Laurent FLOCHEL
03.10.38	<i>Mining and Incentive Concession Contracts</i> Nguyen Mahn HUNG, Jean-Christophe POUDOU et Lionel THOMAS

03.11.39	<i>Une analyse économique de la structure verticale sur la chaîne gazière européenne</i> Edmond BARANES, François MIRABEL et Jean-Christophe POUDOU
03.11.40	<i>Ouverture à la concurrence et régulation des industries de réseaux : le cas du gaz et de l'électricité. Quelques enseignements au vu de l'expérience européenne</i> Jacques PERCEBOIS
03.11.41	<i>Mechanisms of Funding for Universal Service Obligations: the Electricity Case</i> François MIRABEL et Jean-Christophe POUDOU
03.11.42	<i>Stockage et Concurrence dans le secteur gazier</i> Edmond BARANES, François MIRABEL et Jean-Christophe POUDOU
03.11.43	<i>Cross Hedging and Liquidity: A Note</i> Benoît SEVI
04.01.44	<i>The Competitive Firm under both Input and Output Price Uncertainties with Futures Markets and Basis risk</i> Benoît SEVI
04.05.45	<i>Competition in health care markets and vertical restraints</i> Edmond BARANES et David BARDEY
04.06.46	<i>La Mise en Place d'un Marché de Permis d'Emission dans des Situations de Concurrence Imparfaites</i> Olivier ROUSSE
04.07.47	<i>Funding Universal Service Obligations with an Essential Facility: Charges vs. Taxes and subsidies</i> , Charles MADET, Michel ROLAND, François MIRABEL et Jean-Christophe POUDOU
04.07.48	<i>Stockage de gaz et modulation : une analyse stratégique</i> , Edmond BARANES, François MIRABEL et Jean-Christophe POUDOU
04.08.49	<i>Horizontal Mergers In Internet</i> Edmond BARANES et Thomas CORTADE
04.10.50	<i>La promotion des énergies renouvelables : Prix garantis ou marché de certificats verts ?</i> Jacques PERCEBOIS
04.10.51	<i>Le Rôle des Permis d'Emission dans l'Exercice d'un Pouvoir de Marché sur les Marchés de Gros de l'Electricité (La Stratégie de Rétention de Capacité</i> Olivier ROUSSE
04.11.52	<i>Consequences of electricity restructuring on the environment: A survey</i> Benoît SEVI
04.12.53	<i>On the Exact Minimum Variance Hedge of an Uncertain Quantity with Flexibility</i> Benoît SEVI
05.01.54	<i>Les biocarburants face aux objectifs et aux contraintes des politiques énergétiques et agricoles</i> Alain MATHIEU
05.01.55	<i>Structure de la concurrence sur la chaîne du gaz naturel : le marché européen</i> Vincent GIRAULT
05.04.56	<i>L'approvisionnement gazier sur un marché oligopolistique : une analyse par la théorie économique</i> Vincent GIRAULT
05.04.57	<i>Les péages urbains pour une meilleure organisation des déplacements</i> François MIRABEL
05.04.58	<i>Les biocombustibles en France : des produits fatals aux cultures dédiées</i> Alain MATHIEU
05.07.59	<i>Dérégulation et R&D dans le secteur énergétique européen</i> Olivier GROSSE, Benoît SEVI
05.09.60	<i>Strategies of an incumbent constrained to supply entrants: the case of European gas release program</i> Cédric CLASTRES et Laurent DAVID

06.01.61	<i>Hydroélectricité : des mini-centrales aux barrages pharaoniques</i> Alain MATHIEU
06.02.62	<i>L'internalisation de la congestion urbaine avec les instruments tarifaires : Acceptabilité et Décision</i> Mathias REYMOND
06.02.63	<i>Banking behavior under uncertainty: Evidence from the US Sulfur Dioxide Emissions Allowance Trading Program</i> Olivier ROUSSE et Benoît SEVI
06.03.64	<i>Dépendance et vulnérabilité : deux façons connexes mais différentes d'aborder les risques énergétiques</i> Jacques PERCEBOIS
06.05.65	<i>Energies Renouvelables et Economie Solidaire</i> Alain MATHIEU
06.10.66	<i>Ventes Liées et Concurrence sur les Marchés Energétiques</i> Marion PODESTA
07.01.67	<i>Universal Service Obligations: The Role of Subsidization Schemes and the Consequences of Accounting Separation</i> François MIRABEL, Jean-Christophe POUDOU et Michel ROLAND
07.01.68	<i>Concentration des Marchés et Comportements Collusifs : des Conflits entre HHI et Seuils de Collusion</i> Edmond BARANES, François MIRABEL et Jean-Christophe POUDOU
07.03.69	<i>Certificats noirs, verts et blancs : Effets croisés et impacts potentiels dans les marchés de l'électricité ?</i> Jacques PERCEBOIS
07.06.70	<i>Les vertus environnementales et économiques de la participation des citoyens au marché de permis d'émission</i> Olivier ROUSSE
07.06.71	<i>Les biocarburants : d'une génération à l'autre</i> Alain MATHIEU