

# Les nouveaux carburants et leur dopage à l'eau ou à l'hydrogène

Dans ce chapitre, nous examinerons principalement les biocarburants, l'utilisation du gaz naturel comme carburant, ainsi que les carburants synthétiques liquides fabriqués à partir du charbon et du gaz naturel. À la fin du chapitre, nous analyserons le plan Pickens, très discuté aux États-Unis en 2008, qui propose de fermer les centrales électriques au gaz naturel au États-Unis pour les remplacer par des éoliennes et d'utiliser le gaz naturel ainsi libéré dans les véhicules à moteur thermique. Finalement, nous verrons comment réduire la consommation de carburant en les dopant à l'hydrogène ou à l'eau.

Ce regard sur les nouveaux carburants nous le porterons en gardant à l'esprit que, selon notre scénario (voir la section 2.20 du chapitre 2), on n'a besoin de remplacer seulement 7,5% des carburants pétroliers d'aujourd'hui pour éliminer le pétrole des transports routiers. C'est l'utilisation des véhicules hybrides avancés très sobres en énergie et l'électricité pour 70% des kilomètres, en moyenne, qui nous permet de ramener les besoins en carburant à 7,5% de notre consommation actuelle. **Ce faible pourcentage fait en sorte qu'on peut envisager un développement durable des biocarburants de deuxième génération qui n'utilisent pas de plantes destinées à l'alimentation.** Surtout qu'avec ces nouvelles technologies, on pourra produire le tiers des biocarburants requis à partir de déchets municipaux, de résidus et du recyclage des huiles de cuisson. Il ne reste donc plus que 5% des carburants pétroliers à remplacer par des biocarburants issus de cultures énergétiques, dont on pourra utiliser l'ensemble des plantes.

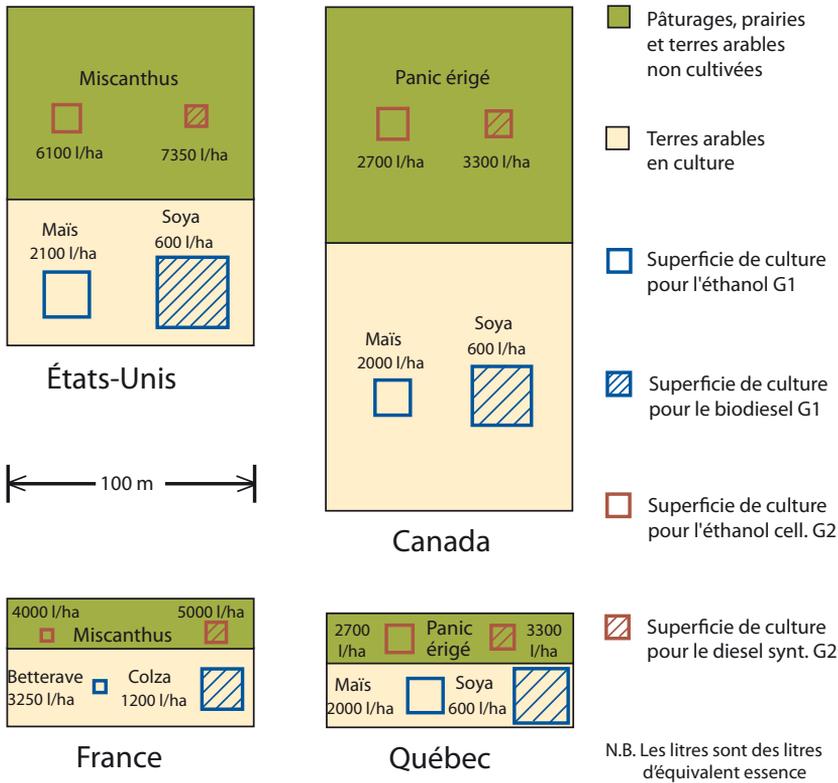


**Figure 4.1** – Plantation expérimentale de miscanthus, plante étudiée par le professeur Stephen Long de l'Université de l'Illinois. L'étudiante Emily Heaton, 1,63 mètre, pose devant la plante pour en montrer la taille. (Photo: Université de l'Illinois)

### 4.3 – Les procédés de fabrication des biocarburants

**La fabrication du biodiesel** à partir de plantes cultivées commence par l'extraction de l'huile végétale des graines, en deux étapes. Tout d'abord, on utilise une presse hydraulique pour extraire une bonne partie de l'huile. On recourt ensuite à un solvant pour extraire l'huile restante dans les résidus solides (le tourteau de pression). Pour compléter la fabrication du biodiesel, il reste à diminuer la viscosité des huiles extraites en les faisant réagir avec de l'alcool et un catalyseur à une température modérée de 20 °C à 80 °C et à pression atmosphérique. C'est ce qu'on appelle la transestérification. La fabrication du biodiesel est donc un procédé simple et peu coûteux, surtout lorsqu'on utilise des huiles usagées. L'utilisation des matières grasses usagées (huiles de friture) ou rejetées (gras animal des abattoirs) est beaucoup moins dommageable pour l'environnement.

**Pour fabriquer de l'éthanol par fermentation**, plusieurs variantes existent selon la plante de départ. Pour le maïs, il faut d'abord broyer les grains et mélanger



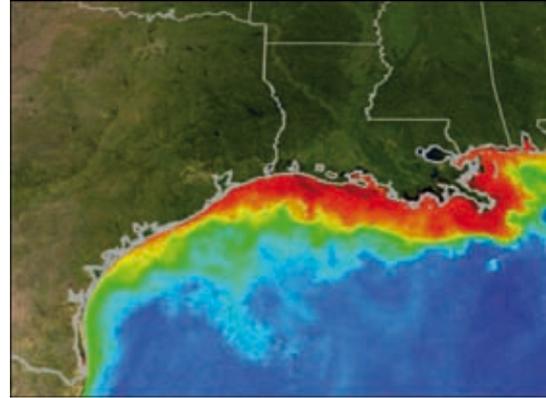
**Figure 4.6 – Comparaison des superficies de culture par habitant pour remplacer 5 % des carburants pétroliers par soit des biocarburants G1, soit des biocarburants G2 (3,33 % du carburant pour véhicules légers, et 10,66 % pour véhicules moyens et lourds)** Représentation schématique des superficies de cultures requises par habitant pour remplacer 5% des carburants pétroliers de 2005, comparées aux superficies agricoles par habitant, pour trois pays et une province. Les superficies de culture des plantes énergétiques sont évaluées en tenant compte que les biocarburants sont tous de première génération pour les carrés bleus, ou tous de deuxième génération pour les carrés orangés. Les rendements à l'hectare des différentes plantes sont exprimés en litres d'équivalent essence. Les quatre « terrains agricoles » ont une façade de 100 mètres et sont dessinés à l'échelle. Rappelons qu'un carré de 100 m de côté a une superficie d'un hectare.

Les carrés vides représentent les superficies dédiées au remplacement de l'essence par de l'éthanol, alors que les carrés hachurés donnent les superficies nécessaires au remplacement du carburant diesel. Les quantités de biocarburants cultivés nécessaires pour remplacer chacun des deux types de carburant pétrolier correspondent aux deux tiers des quantités totales de biocarburants requises. Puisque, selon notre scénario, on aura besoin de remplacer 16% du carburant des véhicules moyens et lourds, et 5% du carburant des véhicules légers, les deux tiers de ces quantités donnent respectivement 10,66% et 3,33%.

Aujourd'hui, ce n'est plus un secret pour personne que les monocultures industrielles intensives de plants annuels en rangée, comme le maïs, sont très dommageables pour l'environnement. Le maïs et le soya, en particulier, nécessitent beaucoup d'engrais industriels, de lisiers, d'herbicides et d'insecticides. De plus, le fait que la terre soit exposée directement aux précipitations, au début de la saison de culture, favorise le ruissellement et l'érosion des sols par l'eau et le vent.

Une partie des engrais et lisiers est ainsi acheminée dans les cours d'eau et contribue à la prolifération des algues. En mourant, ces algues tapissent le fond des rivières et des lacs et leur décomposition consomme l'oxygène dissous dans l'eau. L'appauvrissement en oxygène qui en résulte empêche alors les organismes vivants supérieurs (poissons, crustacés...) d'y vivre et entraîne la mort de plusieurs d'entre eux. Il se crée ce qu'on appelle des zones mortes que l'on retrouve même dans les mers et océans, aux embouchures des fleuves. La **figure 4.15** nous fait voir une zone morte de 15 000 km<sup>2</sup>, qui s'étale à partir de l'embouchure du fleuve Mississippi, dans le golfe du Mexique. Cette zone morte océanique n'est pas la seule. Une étude du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), publiée en 2004, en dénombrait 146 dans les eaux côtières océaniques de la planète<sup>31</sup>. Ces zones mortes constituent un autre péril pour l'industrie de la pêche, en décimant les stocks de poissons et crustacés et en rendant de plus en plus précaire à bien des endroits le métier de pêcheur.

Par ailleurs, l'érosion des terres arables constitue un autre fléau de l'agriculture moderne. Une couche de 15 centimètres de terre arable peut prendre 3000 ans à se former et, si l'érosion est trop importante, cette mince couche de sol organique fait place graduellement à des terres non productives, puis au sable et à la désertification. Or, selon John Jeavons, un des pionniers de l'organisation Ecology Action ([www.growbiointensive.org](http://www.growbiointensive.org)), pour chaque tonne de nourriture que nous produisons, 6 à 18 tonnes de terre arable sont perdues par l'érosion de l'eau et du vent<sup>32</sup>. **Nous aurions ainsi perdu environ 30% de nos terres arables dans les 40 dernières années, à la grandeur de la planète!** Ce sont principalement les pratiques agricoles mécanisées de plantes en rangées qui en sont responsables.

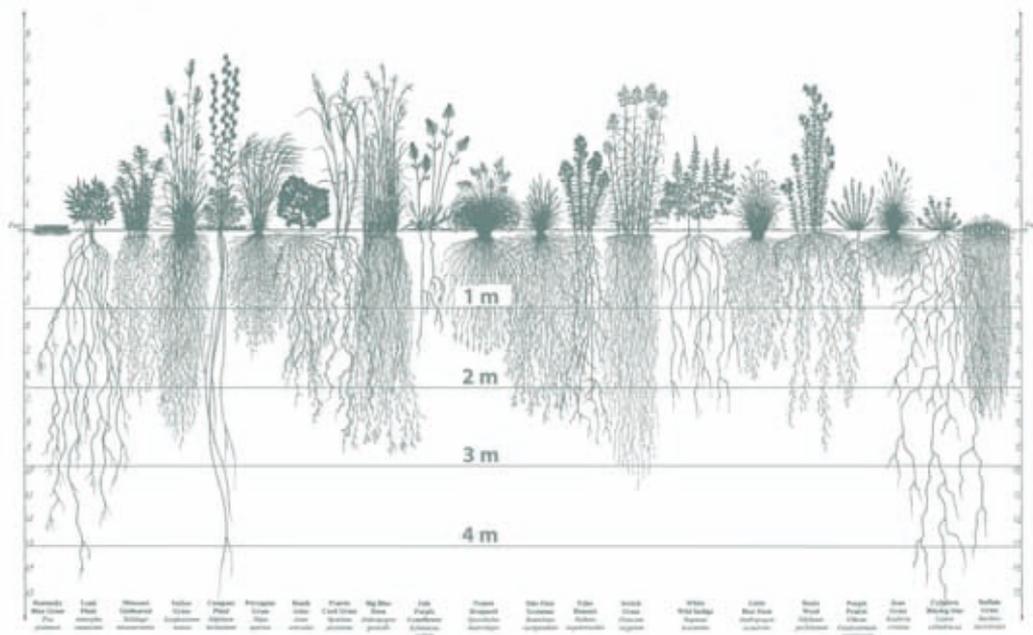


**Figure 4.15** – Photographie satellite rehaussée montrant l'immense « zone morte » dans les eaux côtières du Golfe du Mexique, s'étalant à partir de l'embouchure du fleuve Mississippi.

Source: NASA/NOAA)

31. Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (en anglais: United Nations Environment Programme (UNEP), *Further Rise in Number of Marine 'Dead Zones'*, communiqué de presse du 19 octobre 2006. Voir les archives des Communiqués de presse (Press releases) en anglais (communiqué non disponible en français) du site de l'UNEP: [www.unep.org/newscentre](http://www.unep.org/newscentre).

32. D. Pimentel et M.H. Pimentel, *op. cit.*, et J. Jeavons, *How to Grow More Vegetables Than You Thought Possible on Less Land Than You Can Imagine*, Ten Speed Press, Berkeley 2006.



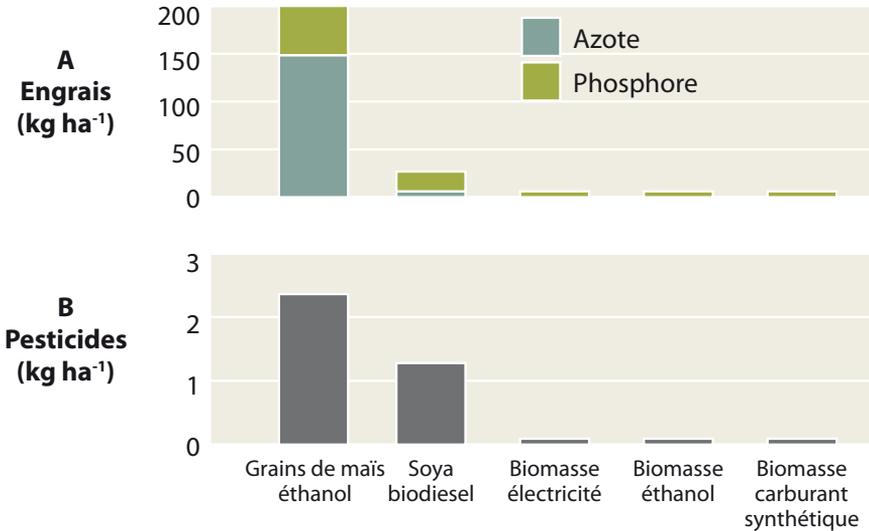
**Figure 4.16** – Les herbes des prairies ont des racines abondantes et profondes qui comptent pour environ les deux tiers de leur matière végétale. Elles sont donc très bénéfiques pour empêcher l'érosion des sols et très performantes pour capter l'eau. De plus, en utilisant ces herbes pour produire des biocarburants, on capte plus de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère que celui émis par les carburants pétroliers qu'on remplace. (Image : United States Department of Agriculture/Natural Resources Conservation Service, profondeurs en mètres ajoutées par l'auteur)

**légumineuses qui fixent l'azote de l'air.** Les résultats de leur étude ont été publiés en 2006 dans la revue *Science*<sup>36</sup>.

La **figure 4.17**, tirée de leur article dans *Science*, montre les très faibles quantités d'engrais et de pesticides utilisés, par rapport aux cultures conventionnelles de maïs et de soya, pour produire respectivement de l'éthanol et du biodiesel. Sur cette figure, l'appellation **biomasse** représente le **mélange maximum d'herbes de prairie, soit 16 herbes (mélange 16)**. Les trois valeurs étiquetées biomasse sont les mêmes. Elles ont été séparées sur le graphique simplement pour montrer qu'on peut en faire trois utilisations différentes.

Tilman, Hill et Lehman n'abordent pas l'aspect de l'érosion du sol dans leur article. Mais, Ranney et Mann du Oak Ridge National Laboratory (ORNL) ont publié une étude, en 1994, sur les cultures énergétiques où ils mentionnent que la culture d'herbes de prairies, comme le panic érigé, entraîne environ 100 fois moins d'érosion

36. D. Tilman *et al.*, «Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass», revue *Science*, vol. 314, 8 décembre 2006, p. 1598 à 1600.



**Figure 4.17** – Comparaison de l'utilisation d'engrais et de pesticides pour le maïs, le soja et le mélange de 16 herbes sauvages vivaces des prairies (biomasse), tirée des travaux de Tilman, Hill et Lehman de l'Université du Minnesota.

des sols que le maïs<sup>37</sup>. Les chercheurs du ORNL en parlent également dans un document de 1998 intitulé *Biofuels from Switchgras : Greener Energy Pasture*<sup>38</sup> :

*Switchgrass also does a far better job of protecting soil, virtually eliminating erosion.*

*Le panic érigé fait également un travail de loin supérieur pour protéger les sols, éliminant virtuellement l'érosion.* (Traduction libre de l'auteur)

Non seulement les herbes de prairie empêchent l'érosion du sol, mais elles l'enrichissent en matières organiques et le rendent plus fertile, comme l'ont démontré les chercheurs de l'Université du Minnesota. En effet, ces derniers ont constaté que le mélange 16 stocke sous terre 4,4 tonnes métriques de CO<sub>2</sub> par hectare par an, soit 1,2 tonne de carbone par hectare par an, pour les dix premières années. Ils ont également observé que la culture d'une seule herbe de prairie, comme le panic érigé, ne séquestre que 0,14 tonne métrique de CO<sub>2</sub> par hectare par année, ce qui est 31 fois moins que pour le mélange de 16 herbes. On voit donc tout l'intérêt de la biodiversité.

Cette forte séquestration de carbone dans le sol accomplie par le mélange 16 le rend particulièrement intéressant pour produire des biocarburants pouvant diminuer au maximum les gaz à effet de serre (GES). En fait, **les chercheurs de l'Université du Minnesota ont évalué que les biocarburants fabriqués avec le mélange de 16 herbes des prairies entraînent une réduction des GES, par**

37. J.W. Ranney et L.K. Mann, «Environmental Considerations In Energy Crop Production», revue *Biomass and Bioenergy*, vol. 6, n° 3, 1994, p. 211 à 228.

38. Oak Ridge National Laboratory, *op. cit.*



**Figure 4.25** – Comparaison de l'état des filtres à particules après usage dans les mêmes conditions. L'encrassement du filtre de droite, qui a été utilisé avec du carburant diesel ordinaire, est très éloquent. L'amélioration de la combustion avec le carburant émulsifié à l'eau est bien visible sur le filtre de gauche en avant-plan.

Photo : Université de Kanogawa

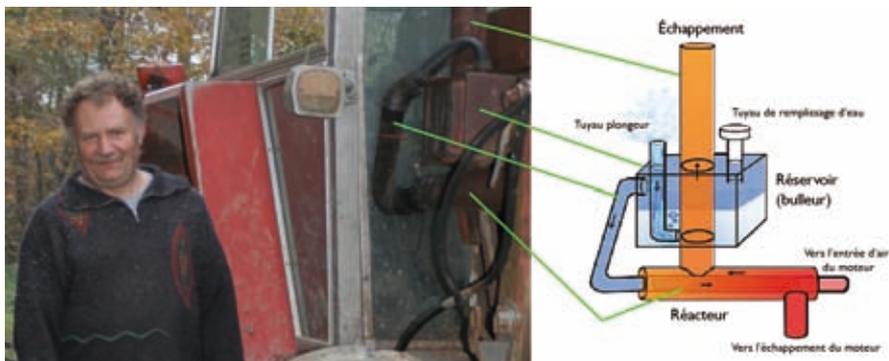
consommation de carburant<sup>68</sup>. À la simple vue des filtres à particules dans la figure, on peut en déduire qu'il doit nécessairement y avoir une réduction de la consommation de carburant, car les particules de carbone non brûlées correspondent à deux termes de perte d'énergie: l'énergie chimique non utilisée et la chaleur perdue dans ces particules qui sortent incandescentes du moteur.

Toujours concernant la réduction de consommation due à l'eau, voici un témoignage précieux, transmis à l'auteur, en juin 2008, par Jean-Jacques Olivier, un ingénieur agricole français, cultivateur et éleveur. Ce dernier a conduit, en 1942, un tracteur McCormick-Deering de 1929, muni de trois réservoirs: un pour l'essence, un pour le kérosène (pétrole à lampe de l'époque) et un pour l'eau. L'eau était introduite dans le moteur via un carburateur qui lui était dédié (il y avait deux carburateurs). Voici son témoignage:

*J'avais un tracteur carburant au pétrole et à l'eau McCormick-Deering 15-30 modèle 1929 avec trois réservoirs: un pour le pétrole (18 gallons), un pour l'eau (9 gallons) et un petit pour l'essence.*

*Mise en route à l'essence, passage au pétrole quelques minutes après. Dès que l'on demandait un effort au tracteur, on ouvrait le robinet d'eau. La puissance semblait*

68. Green Car Congress (site sur la mobilité durable), Kanagawa University Develops New Diesel Emulsion Fuel, 4 octobre 2006 ([www.greencarcongress.com/2006/10/kanagawa\\_univer.html](http://www.greencarcongress.com/2006/10/kanagawa_univer.html)).



**Figure 4.29** – Antoine Gillier, son tracteur et le principe de fonctionnement du système Gillier-Pantone. Les gaz d'échappement arrivent du moteur par le bas, dans la figure. Le tuyau d'échappement passe à travers un réservoir d'eau et les vapeurs d'eau, aspirées par le moteur, sortent du réservoir par le tuyau bleu à gauche, pour pénétrer ensuite dans le réacteur, en plein milieu du tuyau d'échappement. Les gaz d'échappement réchauffent davantage la vapeur, et cette dernière se dirige vers l'entrée d'air du moteur. (Photo : Jean Soarès)

La suite de l'histoire? Eh bien! Antoine communique les plans de son système à Bernadette et Jean Soarès, les fondateurs et administrateurs du site Quant'Homme ([www.quanthomme.fr](http://www.quanthomme.fr)). Ces derniers rendent rapidement l'information disponible sur leur site et maintiennent depuis lors un registre sur les multiples reproductions qui ont été réalisées un peu partout dans le monde, avec les témoignages de leurs responsables sur les économies de carburant réalisées. En fait, **en 2008, il y a des centaines d'agriculteurs français qui ont équipé leurs tracteurs avec un système Gillier-Pantone, leur apportant généralement entre 20% et 40% d'économie de carburant diesel, le tout remplacé par quelques litres d'eau à l'heure. En prime, finies les fumées noires!** Il y a même des kits Gillier-Pantone, de conception très compacte (appelés SPAD), qui sont vendus maintenant pour les tracteurs, afin de faciliter les choses, par la société française Hypnow ([www.hypnow.fr](http://www.hypnow.fr)). La société Ecopra, quant à elle, vend des kits pour les tracteurs et pour les automobiles diesel ([www.ecopra.com](http://www.ecopra.com)).

Il est à noter qu'Antoine Gillier n'a pas de brevet et ne retire aucun bénéfice des réacteurs Gillier-Pantone autres que l'économie de carburant de ses tracteurs. Il a donné son invention au public et il est demeuré anonyme jusqu'à l'automne 2007. Jusque-là, on parlait de systèmes Pantone-G. Mais, quelqu'un s'est fait passer pour lui sur Internet et tenait des propos avec lesquels Antoine n'était pas d'accord, d'où sa décision de sortir de l'ombre.

Il n'y a pas que les individus qui bricolent leur tracteur. La Chambre agricole du Département de l'Aisne, en France, effectue des tests en 2006, sur deux tracteurs identiques dont l'un est équipé avec un système Gillier-Pantone. Pour ces tests, ils utilisent un dynamomètre et font traîner une lourde charge sur le même trajet, à la même vitesse. Ils démontrent ainsi que le tracteur avec un réacteur Gillier-Pantone