





ÉNERGIE

La montée du biodiesel

Ce qu'il manque pour que cette huile s'impose comme un biocombustible brésilien

MARCOS DE OLIVEIRA

Publié en avril 2007

Compagnon de l'éthanol dans le groupe des combustibles renouvelables, le biodiesel commence à s'imposer au Brésil en termes de production et de distribution dans les stations-service. D'ici la fin de l'année, la prévision est de produire un total de 750 millions de litres; une production proche des 840 millions prévus pour 2008 pour atteindre le quota de 2 % d'incorporation de ce biocombustible au diesel minéral du pétrole, conformément à la loi fédérale de 2004 à l'origine du Programme National de Production et d'Utilisation du Biodiesel. Au cours des dernières années, près d'une trentaine d'usines ont déjà été construites ou sont sur le point d'être inaugurées, et de nouvelles technologies de production ont vu le jour. Mais il reste encore beaucoup à faire. La quasi-totalité du biocombustible produit aujourd'hui au Brésil n'est pas à proprement parler renouvelable, parce qu'il est fait avec du méthanol – une matière première essentielle pour le processus de transestérification, la réaction chimique qui transforme l'huile végétale en biodiesel.

Le méthanol est un alcool fait de gaz naturel ou extrait du pétrole, en conséquence il n'est pas renouvelable. L'alternative est de recourir à l'éthanol, qui peut aussi être utilisé dans ce type de réaction. Mais le problème c'est que pour faire du biodiesel il faut utiliser plus d'alcool que de méthanol. Pour produire 1 000 litres de biodiesel, les usines incorporent actuellement dans leur processus de production jusqu'à 300 litres de méthanol. Quand la fabrication se fait avec l'éthanol, ce nombre atteint 500 litres d'alcool produit au Brésil à partir de

la canne à sucre. Toutefois, quel que soit le processus on récupère près de 50% de l'alcool choisi, et ce grâce à un processus qui renvoie l'excès au début de la production. À des prix équivalents, dépendant de la région de production du biodiesel, les producteurs se tournent plutôt vers le méthanol car les coûts sont moins élevés.

L'une des possibilités pouvant aider à l'incorporation de l'alcool renouvelable dans la production du biodiesel est un système développé par Miguel Dabdoub, professeur du Laboratoire de Développement de Technologies Propres (Ladatel) de l'Université de São Paulo (USP) à Ribeirão Preto. Dabdoub observe que "nous avons au Brésil l'opportunité d'utiliser l'éthanol, mais la plupart des industries ne possèdent pas la technologie pour cela. [...] Nous avons développé un processus qui utilise l'alcool éthylique, avec un concept d'efficacité énergétique qui demande moins d'alcool. Et une grande partie de ce dernier est récupérée à la fin du processus et peut être réutilisée". Pour ce faire, des catalyseurs ont été développés, c'est-à-dire des substances qui accélèrent la réaction chimique, dans ce cas à base de cuivre et de vanadium. "Nous sommes en train d'élaborer un brevet sur les catalyseurs et sur le nouveau processus". En plus de l'utilisation de l'éthanol, Dabdoub propose un ensemble complet d'études sur les effluents et le traitement de déchets. "Imaginons que soient produits 2 milliards de litres de biodiesel au Brésil, il faudrait alors dépenser pendant le processus un milliard de litres d'eau, qui doivent être récupérés d'une façon ou d'une autre et retourner vers la production".

La majeure partie du biodiesel est produite avec du méthanol, extrait du gaz naturel, mais il peut être produit avec de l'éthanol



Usine construite par l'entreprise Tecbio à Floriano, dans l'État du Piauí: huile de soja et de ricin

Mais tous ne sont pas en faveur de l'utilisation de l'éthanol. Pour l'entrepreneur Exedito Parente, professeur retraité de l'Université Fédérale de l'État du Ceará, "l'éthanol est presque une marchandise, c'est un produit final et l'utiliser c'est aller à contre-courant du point de vue industriel". Parente est l'auteur du premier brevet sur le biodiesel brésilien déposé en 1977, et actuellement il travaille comme associé dans l'entreprise Tecbio – une entreprise située dans l'État du Ceará, qui fournit des plantes industrielles pour la production de biodiesel. D'après lui, l'éthanol est un produit noble, qui ne doit pas être utilisé comme matière première. "Dans la Région Nord-Est surtout, le méthanol est meilleur marché, sans compter que sa consommation est près de 50% inférieure à celle de l'éthanol. [...] Le méthanol est essentiellement composé d'un gaz qui pourra être extrait de la biomasse par la gazéification de résidus agricoles, y compris de bagasse de canne à sucre – c'est le biométhanol".

Flamme invisible - Pour Dabdoub, il est important de ne pas combattre le processus qui se base sur l'alcool méthylique, parce qu'il est actuellement – d'un point de vue économique – le plus viable; tou-

tefois, il est également important de penser à un combustible 100 % renouvelable: "Dans le processus développé au Ladetel, nous avons aussi travaillé avec le méthanol et les coûts sont moins élevés; mais il faut ajouter que le méthanol, en plus de ne pas être renouvelable, pose des problèmes au système productif du fait de sa plus grande possibilité de contamination et de sa plus grande dangerosité: en cas de combustion sa flamme est invisible, au contraire de l'éthanol".

D'après l'ingénieur agronome Décio Luiz Gazzoni, chercheur à l'Embrapa Soja – une unité située à Londrina, dans l'État du Paraná et appartenant à l'Entreprise Brésilienne de Recherche sur l'Agriculture et l'Élevage: "La technique de transestérification est ancienne, elle a plus d'un siècle. On utilise davantage de méthanol parce c'est une technologie développée dans l'Hémisphère Nord, où il y a encore peu de temps l'éthanol n'existait pas en grande quantité. Le moment est venu de tropicaliser cette technologie. Le méthanol est cher, plus toxique et provoque davantage d'accidents. [...] Au vu des informations que je possède, je crois que d'ici deux ans, avec des investissements publics et privés, nous réussirons à aller dans le sens du processus d'obten-

tion à base d'éthanol. Plusieurs groupes, dont l'USP, l'Université Fédérale de l'État du Paraná, l'Université Fédérale de l'État de Rio de Janeiro et l'Institut de Recherches Technologiques de São Paulo (IPT), étudient l'utilisation de l'éthanol, une technologie mieux adaptée pour le pays. [...] C'est une question de détails".

Ayant fait partie de l'équipe technique chargée d'élaborer le Plan National d'Agroénergie lancé par le Ministère de l'Agriculture en 2003, Gazzoni est membre du Panel Scientifique International sur les Énergies Renouvelables (ISPRE), lequel appartient au Conseil International pour la Science (ICSU). Gazzoni pense que le développement du biodiesel au Brésil en est encore à l'état embryonnaire, "y compris à l'échelle mondiale. Le stade de développement actuel du biodiesel est comparable à celui de l'alcool dans les années 1980. Il passera encore beaucoup d'eau sous les ponts du point de vue technologique, et le Brésil bénéficie d'avantages par rapport à d'autres pays". L'un des avantages de ce biocombustible est la grande convergence entre les sources de la connaissance scientifique. "Nous avons besoin de nous différencier maintenant, parce que nous avons été pris de court, contrairement à l'éthanol. Nous n'avons pas été capables de percevoir dans le passé l'importance du biodiesel".

L'argumentation de Gazzoni concerne principalement l'élaboration de cultures pour produire de l'huile végétale: "Nous devons rendre plus productives des cultures comme le palmier, le ricin, le colza, le tournesol et même le soja, mais cela prend du temps. Le point principal est de rechercher plus de densité énergétique dans des cultures auparavant destinées à l'alimentation humaine ou animale". Au stade où en sont ces cultures aujourd'hui, Gazzoni pense que seule la culture du palmier, avec une production de plus de 3 000 litres par hectare (l/ha) est susceptible d'atteindre 4 000 litres dans 20 ans. Encore loin derrière la bonne vieille canne à sucre, une graminée capable de produire à l'heure actuelle 8 000 l/ha au minimum.

Lors d'une conférence donnée en mars dernier à l'Institut des Études Avan-

cées de l'USP, Gazzoni a rappelé que le monde a produit 6,2 millions de tonnes de biodiesel en 2006, qu'il en aura besoin de 33,5 millions en 2011 et de 133,8 millions en 2020. La production croissante vient surtout d'Europe, où le pourcentage de biodiesel ajouté au diesel sera de 5,75 % d'ici 2010. Sur ce continent, la production a atteint 3,84 millions de tonnes en 2006 – contre 6,06 millions en 2005 – avec en tête pour les deux années consécutives l'Allemagne. L'huile la plus utilisée est l'huile de colza; avant il s'agissait d'un produit d'exportation européen, mais dorénavant elle est utilisée sur le continent lui-même pour faire marcher les autobus, les camions et les voitures, qui fonctionnent aussi pour la plupart au diesel. En Europe, le biodiesel est produit industriellement depuis 1992, et son utilisation est surtout importante en ce moment du fait de la diminution de gaz polluants comme le dioxyde de carbone (CO₂). Plusieurs études montrent que l'utilisation d'1 kilo de biodiesel réduit de près de 3 kilos la quantité de CO₂ dans

l'atmosphère. Les émissions de polluants du biodiesel sont de 66 % à 90 % inférieures au diesel traditionnel.

Au Brésil, la production actuelle du biodiesel repose surtout sur le soja, dont le prix et l'offre séduisent les producteurs; de surcroît, le résidu de la production de l'huile (le tourteau de soja) est une source de protéine qui intéresse le marché de l'alimentation animale. Le fait est que les caractéristiques physiques du soja ne sont pas adaptées ni productives pour le biodiesel. Ses graines ne donnent qu'environ 18 % d'huile, soit une production de 700 l/ha. Comparativement, le ricin produit 47 % d'huile avec une production de 1200 l/ha, et le tournesol 40 % et 800 l/ha. D'après Ricardo Dornelles, directeur du Département de Combustibles Renouvelables du Ministère des Mines et de l'Énergie, le soja est la matière première de 55 % du biodiesel brésilien produit jusqu'à présent: "Le ricin représente 20 % et le reste est composé d'autres oléagineux comme le palmier et le navet fourrager". Il estime que la recherche a encore beau-

coup de chemin à parcourir, aussi bien au niveau du processus d'utilisation de l'éthanol – qui requiert une amélioration pour contribuer aux coûts industriels – que du développement de cultures présentant une plus grande productivité d'huile et de contrôle des maladies agricoles. "La culture du soja est avantageuse parce que le processus de production d'huile est bien développé et totalement dominé par l'industrie agroalimentaire. [...] Nous pensons qu'il est aussi nécessaire de programmer et de faire le zonage des cultures afin qu'elles soient plus productives dans certaines régions".

Le ricin occupe la deuxième place surtout grâce aux aides allouées aux producteurs de la Région Nord-Est. Le label social établi par le Programme National de Biodiesel est attribué à la production issue d'initiatives de petits agriculteurs et exempte d'impôts les producteurs de cette plante dans les régions Nord, Nord-Est et dans la région semi-aride. L'entreprise Petrobras mène des actions dans ce sens, en achetant des graines de ricin et de

La *Jatropha curcas* n'a pas dévoilé tous ses mystères

Proclamée haut et fort plante de l'espoir pour la production abondante de biodiesel, la *Jatropha curcas* – une plante arbustive commune – reste entourée d'interrogations. Elle est encore sauvage, du moins dans une perspective agricole. Sa culture à grande échelle n'existe pas et n'a jamais été pleinement étudiée. On commence à l'apprivoiser, mais il est encore tôt pour croire aux merveilles qui se répandent dans le pays, y compris avec la vente de graines sur Internet.

L'alerte a été donnée en février sous forme de manifeste par un groupe de 11 chercheurs de l'Embrapa et de l'Entreprise de Recherche sur l'Agriculture et l'Élevage de l'État des Minas Gerais. Liv Soares Severino, chercheur à l'Embrapa Algodão – située à Campina Grande, dans l'État du Paraíba – déclare: "Nous croyons au potentiel futur de la plante, mais la connaissance technique est limitée parce que nous ignorons plusieurs paramètres de plantation, comme l'espacement entre les plantes, la

production de boutures, et surtout les fléaux et les maladies".

"L'une de nos préoccupations", poursuit Severino, "c'est que beaucoup d'agriculteurs investissent dans la plante et qu'après deux ou trois ans ils viennent nous voir pour que l'on résolve des problèmes liés à la culture. Et on ne la connaît pas encore du point de vue agricole". Avec d'autres chercheurs, Severino s'est rendu en Inde dans le cadre d'un projet financé



par Petrobras, car on disait que la culture de la *Jatropha curcas* y était développée. "Nous avons finalement découvert qu'ils en savaient aussi peu que nous". L'un des problèmes mis en avant est la cueillette. La plante a l'avantage d'être pérenne, autrement dit il n'est pas nécessaire de la planter tous les ans. Toutefois les fruits ne mûrissent pas tous en même temps. Il faut donc procéder à plusieurs cueillettes à la main, ce qui augmente le coût de la plantation.

Par rapport à la quantité d'huile, on estimait qu'elle serait de plus de 1000 litres par hectare. Mais Severino souligne qu'elle ne dépasse pas les 400 l/ha, même s'il existe un potentiel pour augmenter considérablement cette quantité. Avant le biodiesel, la *Jatropha curcas* était reléguée au rang de plante de jardin potager ou de simple curiosité et d'appréciation personnelle. Néanmoins elle avait déjà connu des temps plus mémorables, lorsque au XIX^e siècle son huile – comme d'autres, à l'exemple de celle de la baleine – était utilisée dans les réverbères des rues de Rio de Janeiro.

tourneol aux petits agriculteurs. Elle a établi une unité de production de biodiesel dans le Pôle de Guamaré, dans l'État du Rio Grande do Norte.

Extraction générale - Les alternatives en matière de plantes pour produire des huiles végétales ne manquent pas dans le monde, en particulier sous les tropiques. Mais les régions très froides ne sont pas pour autant en reste ; dans la région de la Patagonie, en Argentine, il existe déjà des initiatives pour la production de biodiesel avec l'huile d'algues marines. En mars, le site du Réseau Science et Développement (SciDevNet) a annoncé que l'entreprise argentine Oil Fox avait conclu un accord avec le gouvernement local pour cultiver des algues marines dans de grandes piscines dans la province de Chubut. Bénéficiant d'investissements allemands d'un montant de 20 millions de dollars, l'entreprise espère produire 240 000 tonnes de biodiesel marin par an sur seulement 300 ha, alors que pour la production de soja il faudrait disposer de 600 000 hectares.

Au Brésil il existe encore beaucoup d'alternatives, comme le babassu, la cacahuète, la graine de coton, le péqui et la jatropha curcas (voir encadré), sans oublier d'autres plantes amazoniennes dont la culture n'est pas encore établie. Nombre d'expérimentations ont déjà été réalisées. Expedito Parente de Tecbio signale qu'«entre 1977 et 1980, lorsqu'on testait plusieurs matières premières, une productrice de jus de fruit de la passion de l'État du Ceará, Agrolusa, nous a demandé de tenter de produire du diesel avec les graines de cette plante. [...] Ça a marché, et pendant six mois les véhicules de l'entreprise ont roulé avec ce biodiesel. Mais après ils se sont rendus compte que les prix payés par l'industrie des cosmétiques pour l'huile de graines de fruit de la passion étaient beaucoup plus rentables».

Parente a mené une autre expérience curieuse aux débuts du biodiesel brésilien: la production de biocombustible avec de l'huile de sardine. «J'avais reçu d'une entreprise belge 200 litres d'huile de poisson, qui s'est montrée très bon-

ne pour produire du biodiesel». La graisse animale ou le sébum, aussi bien des bovins que des poulets et des porcins, se trouve actuellement dans la ligne de mire des producteurs, avec l'utilisation du même processus de transestérification. «Au Brésil, 700 000 tonnes de sébum bovin sont disponibles annuellement pour la production de biodiesel, un produit passé de l'état de résidu à celui de sous-produit», déclare Carlos Freitas, consultant et associé de Conatus Bionergia. Son entreprise se prépare à installer une usine de biodiesel dans le nord de l'État du Paraná, d'une capacité de production de 200 tonnes par jour. Au départ elle fonctionnera avec l'huile de soja et de tourneol. «La graisse animale est importante mais, de par la quantité offerte, elle restera toujours en marge des huiles végétales».

Même si elle n'en est qu'à ses débuts, l'industrie brésilienne de biodiesel exporte déjà sa technologie. Dabdoub a déjà été appelé aux États-Unis dans deux usines de biodiesel. L'une d'elles se trouve dans la ville de Gilman, dans l'État de l'Illinois, et appartient à Renato Ribeiro, un Brésilien qui produit de l'huile de soja sur le sol américain. Elle a une capacité de production de 110 millions de litres par an et utilise l'éthanol extrait du maïs. Dans cette opération, 2 millions de dollars américains en équipements ont été exportés du Brésil vers les États-Unis. L'autre usine est située à Durant, dans l'État de l'Oklahoma. Là, Dabdoub a seulement transféré ses connaissances sous forme d'assistance. L'usine est en construction pour produire 80 millions de litres par an, et elle ne fera sans doute venir des équipements brésiliens que dans un second temps.

Durant l'élaboration de ce travail, Dabdoub s'est vu proposer un accord pour l'étude du biodiesel entre l'Université de l'État de l'Oklahoma et celle du Texas, dans un partenariat soutenu par la Société Brésilienne de Chimie et son équivalente nord-américaine. L'échange permettra aux étudiants de suivre des stages dans les deux pays. Pour le chercheur, c'est une voie à double sens: «La connaissance ne se donne pas, elle s'échange». Dabdoub est également pré-



PETROBRAS

Unité de production expérimentale de l'entreprise Petrobras à Guamaré, dans l'État du Rio Grande do Norte

sident de la Chambre Sectorielle Spéciale de Biocombustibles du gouvernement de l'État de São Paulo.

Usine pilote - Le partenariat et les échanges avec le milieu universitaire sont également des objectifs visés par l'entreprise Marchiori. Elle a développé des équipements tels que des conduits, des citernes et des réacteurs à base de fibre de verre pour des usines de biodiesel. La fibre de verre remplace le traditionnel acier, et Antonio Martinho Marchiori, ingénieur de production et associé de l'entreprise, signale qu'au final l'équipement est 30 à 40 % moins cher que ceux utilisés actuellement. "Nous avons un brevet de ces équipements et du processus de production de biodiesel avec de la fibre de verre", ajoute-t-il. L'entreprise a offert une usine pilote d'une capacité de production de 200 litres par jour au Pôle National de Biocombustibles qui fonctionne au sein de l'École Supérieure d'Agriculture Luiz de Queiroz de l'USP. "Nous sommes en train de faire la même chose avec l'Université d'État de São Paulo (Unesp) de la ville d'Ilha Solteira. Dans les deux cas nous avons l'intention, sur la base des études qui seront menées, d'améliorer nos usines sous certains aspects et pour lesquels l'université peut collaborer, comme l'automatisation et l'informatisation".

Un autre grand partenariat récent a réuni autour du même projet l'Association Nationale des Fabricants de Véhicules Automobiles (Anfavea), des entreprises de pièces automobiles, l'Institut de Technologie pour le Développement (Lactec) de Curitiba, État du Paraná, l'Institut de Recherches Technologiques (IPT) et l'Unesp de Jaboticabal. Les résultats ont été présentés en mars au Ministère de la Science et de la Technologie, et les tests sur le mélange de 5 % de biodiesel au diesel minéral approuvés. Grâce à cela, le gouvernement et les entreprises peuvent adopter les 5 % qui sont programmés pour 2010. "Ce sont 140 camions, et quelques tracteurs, qui ont roulé pendant des milliers de kilomètres. Et quand nous avons examiné les moteurs nous avons pu constater une durabilité excellente et une meilleure lubrification", affirme Dabdoub qui a coordonné les travaux. "Le fabricant de tracteurs Valtra songe déjà à assurer jusqu'à 20 % de biodiesel".

Des tests similaires ont été finalisés en août 2006 pour le groupe français PSA



L'entreprise Marchiori mise sur la fibre de verre pour diminuer les coûts

Peugeot Citroën par l'équipe de Dabdoub en collaboration avec le Lactec. Deux modèles diesel répandus en Europe – une Peugeot 206 et une Xsara Picasso – ont subi des tests et roulé plus de 110 000 kilomètres avec 30 % de biodiesel, et les résultats furent excellents. "Nous avons utilisé de l'huile de palme, de soja et de ricin, dans des proportions différentes, et de l'éthanol dans la production".

D'après Dabdoub, les possibilités de recherche sur le biodiesel sont encore très vastes. L'une d'elle concerne ladite cataly-

se enzymatique, ainsi que des études de chercheurs brésiliens et étrangers sur l'utilisation de la bagasse de canne à sucre ou d'autres résidus pour extraire l'éthanol.

Dans le cas du biodiesel, l'objectif est d'extraire plus d'huile des résidus de la production de l'huile de soja, du ricin et d'autres plantes utilisées pour la production du diesel végétal. "Nous avons déjà réussi, mais la méthode n'est pas encore compétitive", observe Dabdoub. Il affirme également que la glycérine – un produit résultant du processus de transestérification et vendu à l'industrie chimique, pharmaceutique et de cosmétiques – pourrait être utilisée comme une nouvelle ressource énergétique dans l'usine de biodiesel. Elle générerait de l'énergie électrique par la création de vapeur pour actionner les turbines, comme cela se fait avec la bagasse de la canne à sucre dans les usines productrices de sucre et d'alcool. "Mais cela ne sera viable que lorsqu'il y aura une chute de l'ordre de 70 % de la valeur actuelle du diesel dérivé de pétrole utilisé dans les chaudières ou pour le chauffage dans les pays de climat froid, compensant de cette manière le pouvoir calorifique moins important de la glycérine à un prix également inférieur. Dans l'état actuel, avec le prix de la glycérine qui atteint les 700 dollars par tonne, l'utiliser dans des chaudières pour générer de l'énergie n'est pas encore une solution viable". ■



Dans le Lactec à Curitiba, tests sur une voiture fonctionnant avec 30% de biodiesel.