

L'intérêt des biocarburants pour réaliser des économies d'énergie fossile est contesté. Le bilan énergétique du biodiesel de colza est pourtant nettement favorable. Des progrès sont par ailleurs possibles, à condition de mieux maîtriser les facteurs limitants du rendement en graines et la fertilisation azotée minérale.

Les bilans énergétiques des biocarburants sont contestés

Le bilan énergétique est l'un des points clés pour évaluer l'intérêt des biocarburants. L'indicateur le plus souvent retenu est le ratio entre l'énergie restituée et l'énergie non renouvelable mobilisée. Ce rendement énergétique représente la capacité d'une filière biocarburant à démultiplier une quantité d'énergie non renouvelable consommée. L'évaluation énergétique des biocarburants fait apparaître des résultats très contrastés. Les principales sources de variation du rendement énergétique sont les conditions de culture, l'espèce cultivée, les procédés industriels et la méthode de calcul. Ce dernier point est une source de polémique entre les détracteurs des biocarburants et les filières de production. Une clarification s'impose donc.

Oléagineux

Le bilan énergétique présente des marges

Union Européenne a décidé de promouvoir l'utilisation de biocarburants dans les transports (Directive 2003/30/CE) notamment pour économiser du pétrole, dont la ressource s'épuise, et limiter notre dépendance énergétique vis-à-vis de pays tiers. L'économie de carburant fossile n'est cependant pas égale à la quantité substituée, car la production du biocarburant a un coût énergétique : production des intrants agricoles (engrais, phytosanitaires et semences), fonctionnement des engins agricoles, transports et fabrication du biocarburant. Il convient également de comptabiliser l'énergie nécessaire pour la construction des infrastructures, des engins agricoles et des véhicules. Dans le cas du biodiesel, l'huile végétale est estérifiée avec du méthanol, dont le coût énergétique de fabrication doit aussi être pris en compte.

Pour les filières biocarburants, il est vital de démontrer que les bilans énergétiques sont nettement favorables, et de trouver des voies d'amélioration. La filière biodiesel a donc décidé d'actualiser les bilans énergétiques du biodiesel

Francis Flénet
flenet@cetiom.fr
Dominique Wagner
CETIOM
Antoine Poupart
INVIVO



▲ Le développement des biocarburants a pour objectif de diminuer notre dépendance au pétrole.

de colza et de tournesol (étude PricewaterhouseCoopers – SOFIPROTEOL, 2007), et d'identifier les principaux postes de coût énergétique pour en déduire des voies de progrès.

Intégrer les coproduits dans le bilan d'énergie

Le calcul du rendement énergétique doit se faire selon les principes de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV), qui consiste à prendre en compte l'ensemble des impacts d'un produit, en l'occurrence la consommation d'énergie, du « berceau à la tombe ». Une

des difficultés vient de la nécessité d'allouer une partie des impacts à d'éventuels coproduits. Pour le biodiesel, les co-produits sont le tourteau, la glycérine et les huiles acides. Selon la norme ISO (NF EN ISO 14041, AFNOR, 1998), la méthode à privilégier consiste à retrancher les impacts des produits qui sont remplacés par les co-produits. Il conviendrait par exemple de retrancher du bilan du biodiesel l'impact de la fabrication du tourteau de soja, s'il est remplacé par du tourteau de colza. Cette méthode est cependant lourde à mettre en œuvre, car

e du biodiesel de colza s de progrès

elle nécessite de disposer des ACV de tous les produits remplacés. Ils peuvent être nombreux, comme dans le cas de la glycérine. Cette lourdeur est aggravée par l'évolution des substitutions (par exemple, la glycérine est beaucoup moins utilisée en alimentation animale que par le passé) et des ACV de chaque produit remplacé. Cette instabilité est par ailleurs inacceptable dans l'objectif de suivre les progrès du rendement énergétique du biodiesel. Une partie des variations de rendement énergétique proviendrait en effet des produits remplacés et non de la filière biodiesel elle-même. C'est donc une autre méthode qui a été utilisée. Celle-ci est

proposée par la norme ISO en cas de difficulté pour appliquer la substitution. Elle consiste à allouer les impacts entre produit et co-produits *au prorata* d'une unité de mesure: la masse, l'énergie...

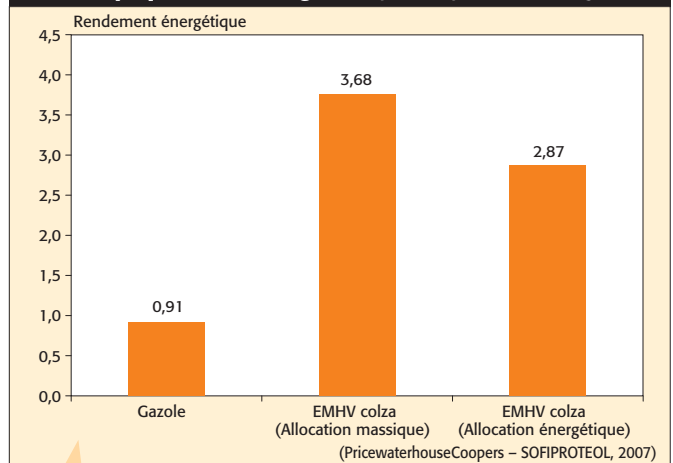
Dans l'étude conduite par PricewaterhouseCoopers à la demande de SOFIPROTEOL (2007), le rendement énergétique a été calculé selon deux modes d'allocation: *au prorata* des masses ou de l'énergie contenue dans le produit et les co-produits (figure 1). Les calculs ont été réalisés pour une situation moyenne française: rendement en graines de 35 q/ha (estimé à partir d'une régression linéaire entre le rendement et les années), fertilisation azotée minérale de 164 unités/ha... Le rendement énergétique est 3 à 4 fois plus élevé que celui du gazole. Avec l'allocation massique, la valeur est plus élevée de 0,8 point. Cette différence s'ex-

▶ Quelle que soit la méthode de calcul, le bilan énergétique du biodiesel de colza est bien meilleur que celui du gazole.

Les dépenses énergétiques liées à la fabrication du biodiesel doivent être prises en compte dans le calcul du bilan énergétique (ici l'usine Robbe - Diester Industrie, à Venette dans l'Oise). ▼

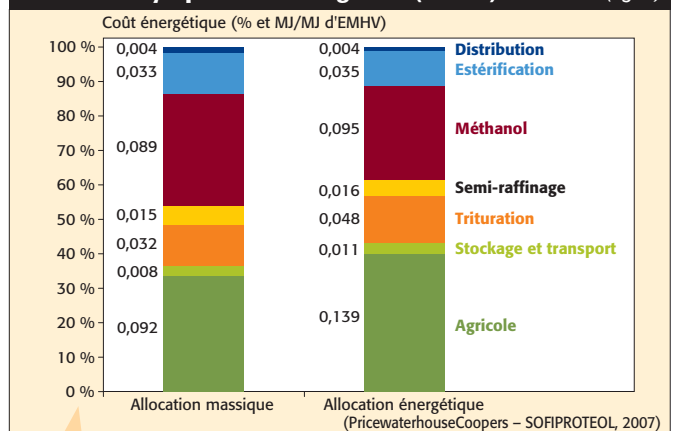


Rendement énergétique du gazole et de l'ester méthylique d'huile végétale (EMHV) de colza (fig. 1)



Le calcul est réalisé avec une allocation des coûts énergétiques entre le biodiesel et les co-produits *au prorata* des masses (allocation massique) ou du contenu en énergie (allocation énergétique).

Coût énergétique des différentes étapes de production de l'ester méthylique d'huile végétale (EMHV) de colza (fig. 2)



Les chiffres correspondent aux coûts énergétiques attribués au biodiesel (MJ/MJ d'EMHV) pour les différentes étapes de production. Les calculs sont réalisés en répartissant le coût total en énergie entre le biodiesel et les co-produits *au prorata* des masses (allocation massique) ou du contenu en énergie (allocation énergétique).



© L. Jung

◀ **La fertilisation azotée minérale, qui représente plus de 60 % de la consommation d'énergie de l'étape agricole peut être ajustée, au mieux pour améliorer le bilan énergétique du colza.**

plique par le contenu énergétique de la matière première du biodiesel, l'huile, qui est nettement supérieur à celui des co-produits. Elle illustre les écarts de résultats entre les méthodes. Mais dans les deux cas, le bilan du biodiesel est largement favorable.

Maîtriser le rendement et la fertilisation azotée

La partie agricole de la production du biodiesel ne représente pas plus de 40 % des consommations d'énergie (figure 2). Avec l'allocation énergétique, les consommations d'énergie allouées au biodiesel sont plus élevées pour toutes les étapes. La partie agricole prend plus d'importance, mais reste néanmoins minoritaire.

Pour la démarche de progrès, l'allocation énergétique sera retenue car elle est cohérente avec la valorisation du produit principal en tant que carburant. Par ailleurs, c'est le choix de la Commission Européenne pour évaluer les biocarburants.

Le rendement énergétique dépend de deux facteurs agricoles: le rendement en graines et le coût énergétique agricole. Leur influence est grande (figure 3), malgré la part minoritaire de l'étape agricole dans la consommation totale d'énergie. Des variations de rendement énergétique d'environ une unité sont en effet

observées en colza, dans des gammes de rendements en graines (15 à 45 q/ha) et de coûts énergétiques agricoles (5000 à 15000 MJ/ha) couramment observées chez les agriculteurs. Des progrès importants semblent donc possibles. Les facteurs limitants du rendement en graines pourraient être mieux maîtrisés, le plus souvent sans augmentation du coût énergétique (par exemple par un meilleur positionnement des traitements phytosanitaires) ou avec un surcoût modéré (par exemple par l'ajout d'un traitement justifié par l'existence d'un problème majeur).

Des économies d'énergie doivent également être recherchées. Elles concernent principalement la fertilisation azotée minérale qui représente plus de 60 % de la consommation d'énergie de l'étape agricole.

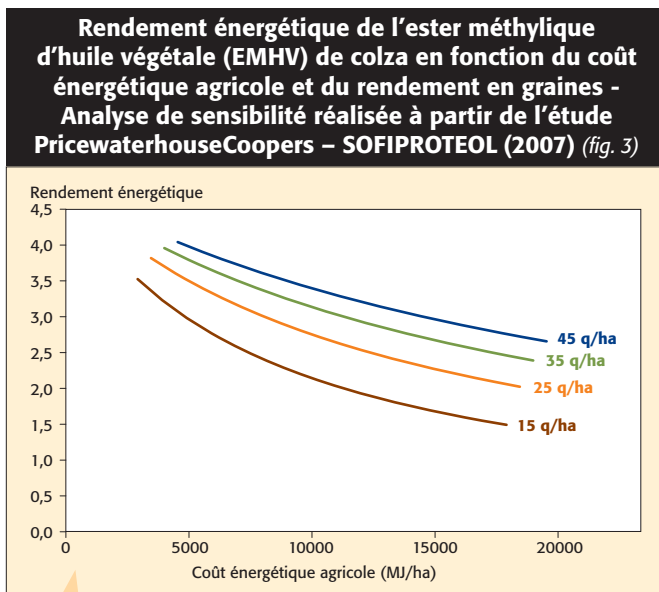
Une économie de seulement 20 unités N/ha (environ 1000 MJ) permettrait de gagner 0,1 à 0,2 point de rendement énergétique, à condition que le rendement en graines soit maintenu. Des économies ont déjà été réalisées grâce à un calcul de la dose d'engrais amélioré, notamment par la prise en compte de l'azote absorbé pendant l'hiver. Il est possible de faire encore mieux. Une utilisation plus fréquente et plus rigoureuse

▶ **Pour contrer ses détracteurs, la filière biodiesel s'engage dans une démarche de progrès du bilan d'énergie.**

des outils de calcul existants doit tout d'abord être recherchée. Par exemple, 50 % des agriculteurs évaluent encore l'azote absorbé pendant l'hiver selon une méthode visuelle (enquête CETIOM), au lieu de réaliser une pesée des plantes ou d'avoir recours à une estimation satellitaire. À

moyen terme, une amélioration du conseil est également possible. À plus long terme enfin, des variétés qui valorisent mieux l'azote absorbé pourraient être sélectionnées. Par ailleurs, une meilleure valorisation des effluents d'élevage, voire l'utilisation d'autres sources d'azote organique, permettraient de limiter les apports d'engrais azoté minéral.

Le rendement énergétique du biodiesel de colza, déjà largement supérieur à celui du gazole, peut donc encore s'améliorer. Ce sera l'objectif de la démarche de progrès mise en œuvre. D'autres indicateurs environnementaux, concernant les émissions de gaz à effet de serre, la biodiversité et la qualité de l'eau, seront progressivement ajoutés à cette démarche, dans le but de mettre en place une production durable de biodiesel. ■



Le rendement énergétique de l'EMHV de colza est calculé avec une allocation des coûts énergétiques entre le biodiesel et les co-produits au prorata du contenu en énergie (allocation énergétique). Le coût énergétique agricole présenté en abscisse correspond au coût total, sans allocation entre le biodiesel et les co-produits.