

## L'eau et les biocarburants

L'eau apparaît aujourd'hui comme un critère de durabilité incontournable pour les bioénergies. Si les biocarburants mobilisant les cultures alimentaires sont soumis aux mêmes risques que le secteur agricole vis-à-vis de la ressource en eau, les filières du futur ont un potentiel d'amélioration non négligeable qu'il convient de mieux appréhender pour permettre le bon développement de la ressource et des technologies.

En 2007, la surface dédiée à la production de biocarburants en Europe occupait moins de 3 % de la surface agricole utile du continent et fournissait moins de 4 % de la consommation de carburants routiers. En 2020, l'objectif est d'atteindre au moins 10 % de carburants renouvelables dans les transports, en comptant sur une part importante de biocarburants dans les transports routiers, voire aériens. Des objectifs similaires de développement ont également été annoncés aux États-Unis, en Amérique du Sud et dans plusieurs pays d'Asie. Ces ambitions s'accompagnent du développement d'unités de production industrielles et de la mobilisation de la biomasse associée.

Pour permettre de bonnes conditions de développement à ces filières bioénergies, il convient de s'assurer de leur caractère durable. C'est ainsi que différentes instances européennes, mais également américaines et asiatiques, planchent actuellement sur la mise en place d'un certain nombre de critères de durabilité à respecter : seuils d'émissions de gaz à effet de serre, restrictions sur les changements d'usages des sols agricoles et forestiers, etc. Si aucun critère sur le respect des ressources en eau n'apparaît encore aujourd'hui, des méthodes d'évaluation sont à l'étude.

Dans le cas des biocarburants et des bioénergies en général, l'empreinte eau peut se mesurer à deux principaux niveaux : l'empreinte eau générée par la culture de la ressource dédiée à la production de biocarburants, et l'empreinte eau générée par l'unité de conversion. Dans cette analyse, on peut également distinguer les niveaux de pression potentielle sur la quantité et sur la qualité de l'eau.

### L'eau pour la production de biomasse énergie : les enjeux de quantité

Chez les plantes terrestres cultivées, l'eau joue plusieurs rôles, dont un rôle vital en participant, au même titre que le CO<sub>2</sub>, à la photosynthèse pour la production de leur matière organique. Selon les espèces, les conditions pédoclimatiques d'un milieu donné et les exigences de rendement attendues, une culture peut se contenter de prélever l'eau du sol ou requérir un apport exogène par irrigation à certaines périodes de l'année (à noter que l'agriculture représente au plan mondial 70 % des utilisations de l'eau).

### Les différents types de biomasse concernés

Parmi les catégories de biomasses impliquées dans les différentes filières biocarburants, on compte les cultures de type alimentaire (céréales, oléagineux, etc.) à destination des biocarburants de première génération (G1) aujourd'hui commercialisés (éthanol de blé, de betterave, ester méthylique d'huile végétale (EMHV), huiles végétales hydrogénées (HVO)), ainsi que la biomasse lignocellulosique à destination des biocarburants de deuxième génération (G2), en phase de R&D (éthanol lignocellulosique, *Biomass to Liquid* (BtL)). Parmi les cultures lignocellulosiques dédiées, on compte les cultures annuelles en plante entière et les cultures pérennes à forte production de biomasse comme le miscanthus, le switchgrass, les taillis à courte rotation (TCR), etc. (tableau 1).

## L'eau et les biocarburants

Tableau 1

Rappel des filières biocarburants  
et des principales cultures dédiées associées

Zone géographique	Éthanol G1	Biodiesel G1 (EMHV/HVO)	Éthanol G2/ BtL
Europe	Betterave, céréales à paille (blé, seigle)	Colza, tournesol, microalgues*	Céréales en plante entière (triticale, maïs), miscanthus*, switchgrass*, TCR*
Amérique du Nord	Maïs	Soja, microalgues*	
Amérique du Sud	Canne à sucre, sorgho	Soja, microalgues*	Bagasse de canne à sucre
Asie	Maïs, canne à sucre, sorgho	Palme, jatropha*, microalgues*	

\*Espèces en cours de domestication ou peu exploitées à ce jour

Source : IFP Energies nouvelles

Une troisième catégorie de ressource, actuellement en phase exploratoire, est la biomasse aquatique et en particulier les microalgues. Cette ressource, dite de troisième génération (G3), se développe en eau douce ou marine selon les espèces et se cultive en réacteur ouvert ou fermé. La voie actuellement privilégiée est la culture de microalgues lipidiques pour la production de biodiesel ou d'huiles hydrogénées (pour véhicules diesel, ou substitut du kérosène pour l'aviation).

En attendant la commercialisation des technologies biocarburants lignocellulosiques, les filières de première génération assureront la transition. En parallèle, les ressources lignocellulosiques de type sous-produits de récolte agricoles (pailles, fanes, etc.) et forestiers (résidus, bois d'élagage etc.) sont mobilisées pour les autres filières bioénergies (chaleur, électricité) et également envisagées à terme pour la production de biocarburants. En tant que ressources non spécifiquement cultivées pour la production d'énergie, il ne leur est pas directement associée une demande supplémentaire en eau ou en intrants. On peut néanmoins noter que des prélèvements importants de pailles, à l'origine enfouies dans le sol, peuvent par exemple avoir un effet sur la structure du sol, pouvant induire une modification de sa capacité de rétention d'eau.

### Les prélèvements en eau des cultures

La difficulté de mesure de l'empreinte eau réside dans le fait que, à la différence des GES qui peuvent être évalués de manière globale, elle se mesure à échelle restreinte, car reste très dépendante d'un contexte local. Ainsi, des prélèvements d'eau générés par un même système peuvent être très problématiques en un lieu

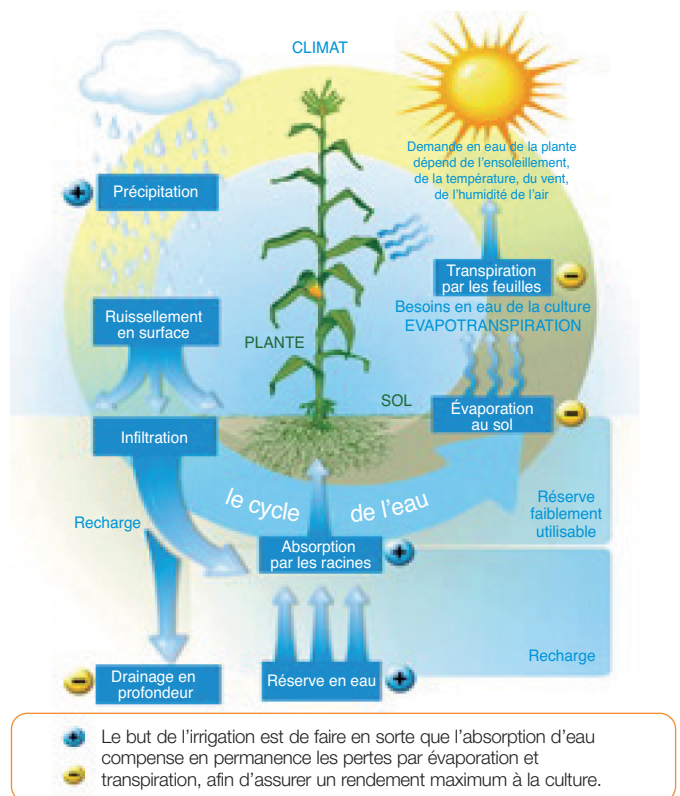
aux ressources limitées, et absolument sans effet sur un lieu aux ressources abondantes.

On peut néanmoins apporter un regard analytique sur les différentes cultures à l'échelle de la surface agricole, puis sur les enjeux de changement d'usage du sol engendré par les cultures dédiées, à l'échelle d'un territoire.

### Les prélèvements par unité de surface ou produit : dépendants de la ressource, des pratiques et des conditions pédoclimatiques

L'eau du sol puisée par les plantes peut être rechargée par des précipitations, des réserves d'eau souterraines ou de cours d'eau, ou à défaut, par de l'eau d'irrigation (figure 1). Selon les capacités de réserve d'un sol et le type de couvert végétal, les prélèvements peuvent générer plus ou moins de tension sur la ressource.

Fig. 1 – Cycle de l'eau à l'échelle de la plante



Source : Association des irrigants de la Vienne

Ainsi, selon le type de sol, le climat et les pratiques agricoles, les prélèvements en eau pour une culture donnée peuvent être compris dans une fourchette relativement large : la culture du maïs pour la production d'éthanol aux États-Unis peut afficher des prélèvements de 7 (Iowa) à 320 l d'eau (Dakota) par litre d'éthanol produit (GAO, ANL, 2009). Le soja est une culture moins gourmande en eau,

## L'eau et les biocarburants

mais l'irrigation reste nécessaire dans certaines régions américaines. En France, les cultures d'oléagineux telles que le colza et le tournesol ne sont en général pas irriguées. Le blé et la betterave peuvent l'être en appoint en année sèche dans certaines régions. En Asie, la culture de palmiers à huile se montre a priori peu impactante pour les ressources en eau, mais présente d'autres enjeux environnementaux (sur la biodiversité notamment). Le jatropha, plante arbustive potentiellement intéressante pour les régions au climat aride et sols peu riches, serait une ressource capable de se développer sans apport d'eau ni intrants. Le rendement se voit néanmoins nettement amélioré en cas d'apport de ces éléments.

Pour les cultures lignocellulosiques dédiées aux biocarburants de deuxième génération, les agronomes ont aujourd'hui relativement moins de recul sur le comportement des espèces vis-à-vis de l'eau, et les pratiques culturales sont encore en cours de définition. D'importants programmes de recherche sont actuellement en cours pour approfondir ces éléments. De manière qualitative, on peut préciser que dans le cas de cultures pérennes (miscanthus, switchgrass, etc.), l'évaporation du sol est moindre que lorsque le sol est laissé nu en interculture. Par ailleurs, ces plantes se montrent en général plus résistantes au stress hydrique que les cultures annuelles : un manque d'eau à l'année  $n$  se traduira par une perte de rendement à l'année  $n$ , mais repartira l'année  $n + 1$ , tandis que cela peut se traduire par une perte totale de la récolte pour la plante annuelle.

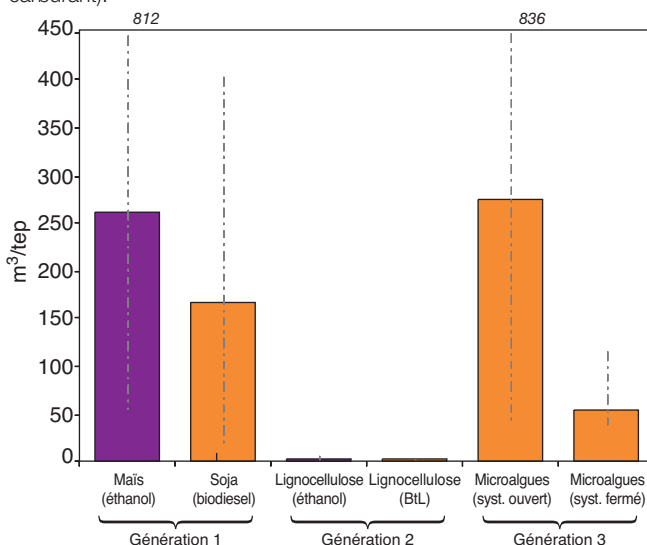
Cependant, dans certaines conditions d'implantation de ces cultures sur sols peu profonds, dans le but de mobiliser les terres moins productives pour l'énergie, l'apport d'eau exogène peut s'avérer nécessaire pour assurer un rendement, et donc un revenu minimum, au producteur. Il s'agira alors de choisir les espèces les moins sensibles au stress hydrique pour les zones les plus vulnérables (ex. : le switchgrass semble plus adapté au climat de la moitié sud de la France que le miscanthus, plus gourmand en période estivale).

Quant aux cultures de type taillis à courtes rotations, il s'agit également de cultures pérennes dont la récolte n'est pas réalisée tous les ans, permettant ainsi aux moins bons rendements de certaines années d'être rattrapés les années suivantes. Les prélèvements d'eau d'irrigation pour les cultures de TCR (en rotation sur 7 ans) ne sont aujourd'hui pas envisagés, quelle que soit leur localisation. Néanmoins, certaines essences comme le saule, le peuplier, l'eucalyptus, peuvent présenter des risques d'assèchement des sols aux réserves limitées, il convient également de raisonner leur implantation.

La culture de microalgues présente l'avantage d'être réalisée "hors sol" et donc de pouvoir aisément maîtriser les différents flux d'eau, en particulier en système de culture fermé. Dans ces réacteurs, la consommation d'eau dépend directement du taux de recyclage du milieu de culture envisagé. En système ouvert, il faut également prendre en compte la quantité d'eau à approvisionner pour compenser celle évaporée naturellement par les bassins de cultures. Celle-ci est directement dépendante du climat ambiant. L'apport peut s'élever à près de 575 litres par litre de carburant pour un bassin se situant en Californie, ou être nulle dans une région plus pluvieuse, où les seules précipitations suffiraient à compenser l'évaporation (Harto et al., 2010). Par ailleurs, pour certaines espèces de microalgues se développant en milieu marin, les enjeux de disponibilité de ressources en eau apparaîtraient moins prégnants.

Quelques publications proposent d'apporter un éclairage par filières, sur l'empreinte eau des biocarburants via une approche en analyse de cycle de vie (Wu et al., 2009 ; Engel et al., 2010 ; Yan et al., 2010 ; Harto et al., 2010, etc.), déjà utilisée pour les mesures de pouvoir de réchauffement global via les émissions de gaz à effet de serre. Cela permet de comparer les différentes voies de production de biocarburants, sur un même jeu d'hypothèses et pour une même unité fonctionnelle. La figure ci-dessous (figure 2) propose la comparaison de l'empreinte eau de la culture de cinq espèces dédiées à la production de biocarburants aux États-Unis.

Fig. 2 – Consommation d'eau pour la culture de différentes espèces dédiées à la production de biocarburants ( $m^3$  d'eau par tep de carburant).



Source : d'après Harto et al., 2010

## L'eau et les biocarburants

Les principaux postes de consommation concernent ici l'irrigation, lorsqu'elle s'avère nécessaire, l'eau utilisée pour la production des autres intrants (fertilisants, pesticides, etc.) et dans une moindre mesure, pour la confection de réacteurs fermés en verre pour les microalgues.

Compte tenu d'importantes disparités quant aux modes de conduite des cultures et du peu d'informations statistiques sur le sujet, il reste difficile d'apporter des éléments quantitatifs permettant un classement des cultures selon leur niveau de prélèvements en eau. On peut néanmoins mettre en évidence que l'implantation de certaines cultures et les pratiques associées sont systématiquement à raisonner en fonction de la disponibilité en eau du milieu, du fait de prélèvements potentiellement élevés.

### À l'échelle d'un bassin de production : les enjeux sur l'évolution de la ressource en eau vis-à-vis d'une situation donnée

À la différence des émissions de GES qui sont un facteur d'impact global, les enjeux liés à la ressource en eau sont à analyser à l'échelle d'un bassin de consommation issue d'une source donnée, comme par exemple le bassin hydrographique, ou les différents bassins versant le composant. Cette unité territoriale permet de souligner les effets potentiels d'un changement d'occupation du sol sur un cours d'eau, lui-même alimentant différents usages en amont et en aval.

Dans le cas du développement des filières biocarburants, un accroissement des surfaces agricoles de cultures dédiées est à attendre pour répondre aux objectifs de production nationaux. À l'échelle d'une exploitation agricole et territoriale, cela peut se traduire par :

- la réorientation du débouché d'une culture existante (ex. : la culture de betterave passe d'une valorisation en sucrerie à une valorisation en éthanol),
- la modification des assolements existants par l'introduction d'une nouvelle culture dédiée dans les rotations (ex. : le pois, dont la demande baisse, fait place au colza pour le biodiesel),
- la mise en culture d'une surface précédemment non cultivée (ex. : une terre en friche est remise en état pour l'exploitation de cultures industrielles).

Ces multiples cas de figure sont effectivement rencontrés et peuvent aboutir à des effets différents, selon le choix de la culture dédiée et celui du type de terres que l'on convertit. Une récente étude prospective propose différents scénarios de déploiement des biocarburants en 2030 sur deux bassins hydrographiques français et mesure les niveaux de pression sur l'eau observables entre 2006 et 2030 (Cahier du CLIP n° 19<sup>1</sup>). Ces derniers sont directement dépendants des scénarios de changement d'usage des sols considérés à

l'échelle du bassin. Par nature, la pression sur l'eau est plus importante si l'on remplace une surface de sol nu ou sans activité par une surface de succession de cultures annuelles d'été irriguées. L'effet peut au contraire être bénéfique en remplaçant une culture annuelle irriguée par une culture pérenne sobre en eau.

L'étude précédemment citée met en évidence la nécessité de diversifier les assolements à l'échelle d'un territoire, de manière à disperser et atténuer les éventuelles pressions sur la ressource. De manière globale, les scénarios de développement des cultures dédiées à la première génération impliquent une augmentation des prélèvements en eau et une aggravation du déficit hydrique d'étiage. Mais ces niveaux de pression sont nettement moins significatifs que pour un scénario considérant des cultures lignocellulosiques pour la deuxième génération, que l'on irriguerait pour obtenir les meilleurs rendements. Ce type d'approche souligne, par ailleurs, que le prélèvement raisonné en eau pour l'agriculture n'est pas forcément critique si la ressource est suffisamment disponible. En effet, pour une même culture, le déficit hydrique sera moins important sur un sol profond de bassin Seine-Normandie que sur un sol plus limité en réserve du bassin Adour-Garonne. Enfin, un scénario d'implantation de cultures lignocellulosiques raisonnant ses pratiques de manière à s'affranchir du recours à l'irrigation (acceptant ainsi une certaine réduction des productivités agricoles), peut permettre une nette amélioration des indicateurs de pression sur l'eau à l'échelle de la surface agricole des bassins.

Il faut par ailleurs rappeler que les biocarburants de deuxième génération pourront être produits à partir de cultures lignocellulosiques se montrant sobres en eau, mais également à partir de sous-produits agricoles et forestiers pour lesquels les effets sur l'eau de leur mobilisation ne sont aujourd'hui pas mesurés. La pratique de l'irrigation n'étant aujourd'hui pas motivée par la productivité des pailles, il ne leur est pas alloué de prélèvements d'eau ; cette approche pourra néanmoins être remise en cause dans des systèmes de production énergétique valorisant l'intégralité d'une plante dans différentes voies de production d'énergie par exemple.

### L'eau pour la production de biomasse énergie : les enjeux sur la qualité

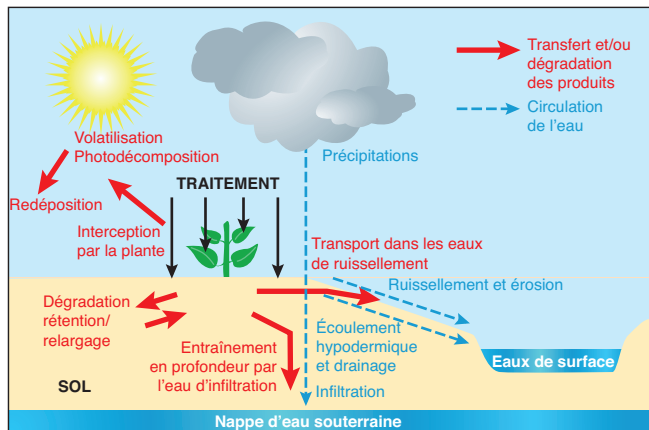
Les principaux effets de la culture de biomasse énergie sur la qualité des eaux de surface et souterraines sont

(1) Impacts sur l'eau du développement des biocarburants en France à l'horizon 2030, Cahier du CLIP n° 19 - <http://www.iddri.org/Publications/Les-cahiers-du-CLIP/Eau-et-biocarburants-a-l%27horizon-2030>

## L'eau et les biocarburants

essentiellement dus à des usages non raisonnés de fertilisants et produits phytosanitaires (ou pesticides). Le risque de pollution pour l'eau apparaît lorsque des substances potentiellement polluantes épandues au sol sont entraînées par les eaux de drainage jusque dans les cours d'eau ou les nappes (figure 3).

Fig. 3 – Les différentes voies de transfert de polluants diffus en agriculture



Source : DDAF du Loiret

Le potentiel de transfert de ces produits vers les ressources en eau sont alors très dépendants des exigences des plantes considérées, des pratiques associées et des conditions sol/climat. Par ailleurs, le risque de pollution par ces substances devient prégnant lorsque celles-ci s'y retrouvent durablement en quantité significative. Ces facteurs sont eux-mêmes dépendants des caractéristiques intrinsèques des substances appliquées, de leur comportement dans l'eau.

L'évaluation de ce type d'impacts sur l'eau nécessite souvent la mise en œuvre de modèles de simulation complexes. Il existe aujourd'hui, de nombreuses études de référence sur les enjeux liés aux fuites de nitrates et de pesticides pour les systèmes de cultures classiques. Elles permettent d'approcher les effets des cultures des filières de première génération (blé, maïs, colza, etc.) car les intrants utilisés sont sensiblement les mêmes, quelle que soit la valorisation de la culture. Pour les cultures lignocellulosiques, des protocoles expérimentaux sont en cours d'étude de façon à alimenter les modèles prédictifs d'impacts.

Des pressions supplémentaires ou des situations améliorantes peuvent être appréhendées en fonction des changements d'usage des sols considérés : un couvert persistant sur l'année limite le drainage et donc le risque de fuite de substance du sol vers les ressources en eau, tandis qu'une surface alternant les cultures avec des périodes de sols nus ou au couvert limité induira plus facilement des fuites de reliquat de substance du sol.

Concernant les risques liés à l'utilisation de fertilisants, nitrates et phosphates sont les principaux responsables des pollutions de l'eau observées à ce jour. Ces dernières peuvent, dans certains cas, occasionner le développement d'algues en eau de surface, s'accompagnant d'un risque de réduction du contenu en oxygène de l'eau, perturbant ainsi la vie aquatique.

Selon les espèces, les cultures valorisent plus ou moins efficacement l'apport de fertilisants. Pour atteindre les performances de rendement obtenues aujourd'hui, les cultures céréalières, oléagineuses et betteravières sont quasi systématiquement fertilisées, quelle que soit leur valorisation. Le tournesol et le sorgho sont des espèces plus rustiques requérant des quantités moins importantes. Quant aux espèces pérennes, l'apport de fertilisants est à raisonner en fonction des niveaux de productivité visés et la qualité du sol mobilisé. Globalement, les quantités requises sont inférieures à celles appliquées aux cultures annuelles.

Parmi les produits phytosanitaires, on compte environ 520 matières actives homologuées entrant dans la composition de près de 3 000 spécialités commerciales utilisées en agriculture. Parmi ces produits phytosanitaires, on peut distinguer les substances visant à réduire les attaques de ravageur (insecticides, fongicides, etc.) et à réduire le développement des mauvaises herbes (herbicides). Chaque produit commercial est homologué pour un certain nombre d'espèces végétales identifiées avec une dose d'application donnée. Concernant les cultures énergétiques dédiées de type miscanthus, switchgrass, etc., peu d'attaques ont à l'heure actuelle été observées. L'usage d'herbicide lors des périodes d'implantation (années 1 et 2) peut dans certains cas se justifier, mais aucune substance n'est à ce jour homologuée pour ces cultures.

Une analyse de l'usage courant de pesticides dans les scénarios de développement des biocarburants en 2030 est proposée dans le Cahier du CLIP précédemment cité. Celle-ci indique que si un scénario de développement des cultures pour les biocarburants de première génération implique une augmentation de la fréquence d'utilisation des pesticides sur les terres mobilisées, le risque de transfert des substances vers les eaux sous-jacentes du bassin reste inchangé. De la même manière, un scénario de développement des cultures lignocellulosiques annuelles et pérennes, sur une part importante de la SAU du bassin, va réduire le nombre de substances utilisées et leur fréquence d'utilisation, mais le risque de transfert vers l'eau restera inchangé compte tenu de l'étendue des surfaces mobilisées. Enfin, le scénario utilisant une part majeure de cultures lignocellulosiques pérennes sur cette même surface va induire une réduction significative du transfert

## L'eau et les biocarburants

potentiel de substances vers l'eau du fait de la mobilisation d'espèces plus sobres majoritairement pérennes.

### L'eau dans les unités de production de biocarburants

De façon comparable à des unités industrielles classiques, les besoins en eau des unités de production de biocarburants peuvent être principalement liés à trois natures d'utilisation : l'eau de process, l'eau pour la production de chaleur et l'eau de refroidissement. La première utilisation consiste en une incorporation à différents stades du procédé (dilution, lavage, etc.) ; l'eau peut, le cas échéant, être impliquée dans différents recyclages, avec des niveaux de traitement requis différents. L'eau de chaudière permet notamment la production de vapeur ayant diverses applications (échangeur, turbines etc.). L'eau de refroidissement est rendue nécessaire pour l'évacuation de la chaleur résiduaire de certains procédés (voir fiche "L'eau dans la production de carburants"). Il est à noter que ces prélèvements peuvent varier selon l'effort d'optimisation et le degré d'intégration de différents procédés sur une même unité.

Le besoin en eau de refroidissement en circuit ouvert est très peu consommateur de ressource, tout au plus conduit-il à évaporer un peu plus d'eau que ne le ferait naturellement le cours d'eau. Il requiert cependant des prélèvements unitaires, dont l'ordre de grandeur est le même que celui mesuré en agriculture pour la croissance d'une culture nécessitant de l'irrigation ; toutefois l'impact sur les ressources devrait être moindre, compte tenu du retour de la quasi-totalité de l'eau vers le milieu naturel d'origine dans ce mode de refroidissement. Il se traduit en revanche par une contrainte d'implantation des unités au voisinage de cours d'eau présentant un débit moyen élevé, ou en littoral. Cette contrainte, s'ajoutant à celle de la collecte de la biomasse, ne doit pas être négligée. Le recours au circuit fermé évaporatif implique des prélèvements relativement négligeables et peut relâcher la contrainte d'implantation, mais celle-ci se répercutera alors sur des coûts d'investissements plus élevés.

Concernant les eaux de process, leurs rôles peuvent être de nature assez différente. Il peut s'agir d'eau de dilution de la charge pour en faciliter le transport ou l'agitation (cas de l'éthanol et de la production de microalgues par exemple). L'eau peut également participer directement aux réactions chimiques (cas du BtL et des huiles végétales hydrogénées, où l'oxygène est éliminé via la production d'eau).

Tableau 2

Prélèvements unitaires d'eau en unités de production de biocarburants (m<sup>3</sup> par tep de carburant)

m <sup>3</sup> d'eau par tep de carburant	Process		Refroidissement à circuit ouvert	
	min.	max.	min.	max.
Éthanol G1	2	27,5	-	
Éthanol G2	3,9	19,7	325	598
Biodiesel G1 - EMHV <sup>1</sup>	-		1	2
Biodiesel G1 bis - HVO <sup>2</sup>	- 0,1		45	57
Biodiesel G2 - BtL <sup>3</sup>	- 6,1	- 3	156	707

Sources : IFP Energies nouvelles, Nexant

(1) EMHV : Ester méthylique d'huiles végétales

(2) HVO : Huiles végétales hydrogénées

(3) BtL : Biomass to Liquid

La production d'éthanol s'avère être la seule technologie consommatrice d'eau en quantité significative (tableau 2). À noter également que les unités de production d'éthanol sont souvent localisées dans les bassins de production agricoles à proximité de la matière première. Ce sont des zones pour lesquelles il peut déjà y avoir des tensions sur la ressource en eau, du fait des activités agricoles existantes. Les unités de production de biodiesel sont pour la plupart en zones portuaires et/ou à proximité des unités de trituration de graines, afin de pouvoir bénéficier d'éventuels appoints de matières premières importées. La problématique du choix de localisation des unités vis-à-vis de la disponibilité en eau se pose moins.

### Bilan et perspectives pour les filières en développement

S'il existe encore peu d'analyses à ce jour permettant une comptabilisation du puits à la roue des pressions sur l'eau par la production de biocarburants, on s'aperçoit néanmoins que les principaux enjeux se situent en amont des filières, au niveau de la production de la ressource biomasse. D'un point de vue quantitatif, les consommations d'eau pour la production de biomasse s'échelonnent entre 50 et 800 m<sup>3</sup> par tep de carburant, et ne dépassent pas 30 m<sup>3</sup> par tep pour les procédés de conversion. D'un point de vue qualitatif, les risques de flux de polluants sont plus aisés à contrôler en sortie d'unité industrielle qu'en milieu agricole plus diffus.

En première approche, les pressions sur l'eau exercées par les filières de première génération sont identiques aux filières alimentaires utilisant les mêmes cultures, dans le contexte actuel d'utilisation de terres agricoles cultivées. Les niveaux de pression sur la quantité comme sur la qualité deviennent plus importants en cas de changement

## L'eau et les biocarburants

d'usage de sol, impliquant le remplacement d'un couvert pérenne ou d'une culture particulièrement sobre.

Si les technologies de deuxième génération envisageront, en premier lieu, la valorisation de ressources de type sous-produits (pailles, rémanents forestiers, etc.) à enjeux environnementaux et coûts de revient limités, la mobilisation de cultures lignocellulosiques dédiées est à appréhender dans des schémas d'approvisionnement pouvant atteindre 1 Mt/an de biomasse. Il faudra alors s'assurer que leur sélection et intégration dans les systèmes de cultures agricoles actuels se fassent de manière à limiter les pressions, en particulier quantitatives, sur la ressource en eau. Il faut néanmoins rappeler que dans certaines conditions de conduite (cultures sobres associées à une baisse de rendement acceptable), l'implantation de cultures lignocellulosiques pérennes peut apporter un potentiel d'amélioration de l'état des ressources en eau dans certaines zones à enjeux (bassin d'alimentation de captage, bords de cours d'eau, etc.). Si des travaux de recherches agronomiques restent encore à réaliser, ces premières analyses laissent présager un potentiel de développement de futures filières biocarburants plus vertueuses pour l'environnement.

Concernant la troisième génération de biocarburants, il s'agit aujourd'hui, pour atteindre les forts rendements attendus, de mettre au point des systèmes de culture de microalgues permettant un maximum de synergies et de recyclages entre les différents flux d'intrants (eau, CO<sub>2</sub>, nutriments, énergie) et de coproduits. Il apparaît néanmoins difficile d'envisager de telles productions dans des zones déjà soumises à tension sur la ressource en eau.

De la même manière que les biocarburants sont soumis à des enjeux de réduction significatifs d'émissions de gaz à effet de serre vis-à-vis de leurs références fossiles, leur empreinte sur la ressource en eau est à anticiper et pourrait être amenée à être incluse dans les processus de certification de la biomasse énergie. Parmi les différents types de carburants alternatifs, il convient par ailleurs de porter un regard critique sur les enjeux relatifs à l'eau qu'impliquerait un fort développement de la demande d'électricité pour la mise en œuvre de parcs de véhicules électriques (voir fiche "L'eau pour l'électricité").

*Daphné Lorne - daphne.lorne@ifpen.fr  
Manuscrit remis en novembre 2010*