

Biocarburant Les algues prennent la troisième vague

Avec le projet Green Stars annoncé le 27 septembre, la France doit se doter d'un démonstrateur industriel à 120 millions d'euros très attendu par la filière.

Mais la course aux algocarburants n'est pas gagnée d'avance. **PAR ALEXIS DUFUMIER**

Rendements à l'hectare hors du commun, utilisation des émissions de gaz à effet de serre des usines, valorisation des eaux usées, non-compétition avec les surfaces agricoles... Sur le papier, les « algocarburants » ont tout pour plaire. Ils se revendiquent même de la troisième génération, celle qui doit enterrer la deuxième (qui valorise les plantes terrestres entières) avant même qu'elle n'ait vu le jour et remiser au rayon des accessoires la première génération de biocarburant à base de produits alimentaires.

► **Macro ou micro-algues ?** Tous débouchés confondus, la filière des micro-algues ne produit que 10 000 t par an, à comparer aux 15 millions de tonnes (Mt) de macro-algues, et aux 4 milliards de tonnes produits par l'agriculture chaque année. Pourtant, la recherche sur les algocarburants se concentre sur ces algues microscopiques. La collecte des macros-algues apparaît trop aléatoire, et leur culture moins adaptée.

► **Terre ferme ou offshore ?** Les projets, même s'ils peuvent valo-

riser l'eau de mer, sont généralement situés sur la terre ferme, où les conditions de culture sont plus facilement maîtrisables. Une production offshore pourrait s'envisager à long terme.

► **Comment ça marche ?** Biodiesel, bioéthanol, gaz, hydrogène... L'expérience a montré qu'on pouvait produire tout type de carburant à partir des algues. Le principe s'appuie sur la capacité des micro-algues à transformer l'énergie lumineuse en molécules énergétiques. Deux voies font l'objet de développements (voir infographie ci-contre). Le système à ciel ouvert (raceway) se présente sous forme de bassins exposés au soleil, peu coûteux à mettre en place. Les « photobioréacteurs » sont quant à eux constitués de systèmes fermés. Plus onéreux, leur productivité est forte car la composition du milieu est maîtrisée, et l'apport de gaz carbonique dans la solution augmente la production. « Nous avons testé les deux systèmes et nous n'avons pas pu rejeter une méthode plutôt que l'autre. A ciel ouvert, les rendements sont moins bons, mais en réacteur, il faut plus d'énergie pour maintenir les algues en suspension », développe

Olivier Bernard, responsable scientifique du projet Shamash basé à Sophia Antipolis. Via ces systèmes, les cultures d'algues promettent des rendements en carburant de 20 à 30 fois supérieurs à une culture de colza, pour la même surface utilisée.

► **Quelle maîtrise de la production d'énergie ?** Pour passer à une production de micro-algues à destination du marché de masse des biocarburants, il reste à faire sauter de nombreux verrous techniques et scientifiques. La maîtrise de l'efficacité énergétique des algues n'est pas le moindre. « Soumises à des stress, certaines souches peuvent par moments produire de l'hydrogène à un niveau d'efficacité proche de celui de la photosynthèse, mais cela ne dure que quelques minutes, signale Gilles Peltier, responsable du laboratoire de bioénergétique et biotechnologie des bactéries et des micro-algues au Commissariat à l'énergie atomique (CEA). Idem pour les lipides. Les micro-algues ont la capacité de les concentrer à 60-70 % de leur poids sec. Mais cela arrive en réaction à une carence en azote qui réduit aussi la productivité. L'objet de nos recherches est de com-

lafranceagricole.fr

Téléchargez le livre turquoise de la filière algues. Cliquez sur les compléments web en page d'accueil

CONQUÉRIR LES MARCHÉS DE MASSE D'ICI DIX ANS

► **Avec des coûts de production compris** entre 10 €/kg et plus de 100 €/kg, les unités se concentrent **actuellement** sur la valorisation pour les marchés de niche : pigments, cosmétiques ou compléments alimentaires riches en protéines et oméga 3. La prochaine étape est la gestion des déchets. Les bioréacteurs, couplés aux gaz d'échappement d'usines émettrices, transforment les rejets de CO₂ en énergie. Les eaux usées seraient utilisées pour alimenter les cultures en nutriments. Les scientifiques espèrent que ces premiers développements amèneront à des gains de performances capables de diminuer les coûts de production permettant ensuite d'atteindre le marché de masse des biocarburants.

Le business plan de la filière

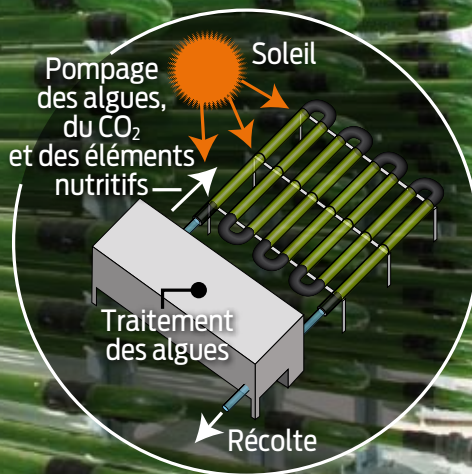
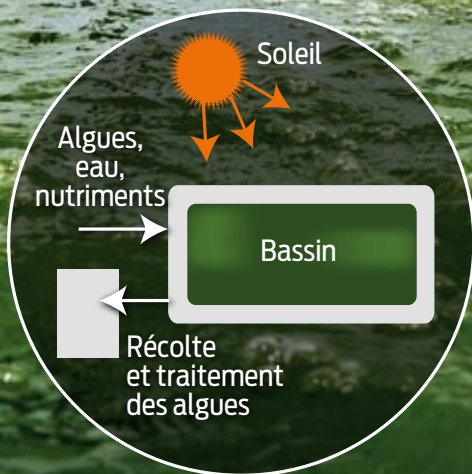
1-3 ans	4-6 ans	7-10 ans
Aquaculture, alimentation animale		Biocarburants, énergie
Haute valeur ajoutée (cosmétique, nutraceutique...)	Valorisation du carbone, vente de crédits CO ₂	
	Traitement et valorisation des eaux usées	
Haute valeur ajoutée		
Coûts de production		
10 €/kg	5 €/kg	1 €/kg

Source : projet Green Stars, adaptation La France Agricole

Deux systèmes s'affrontent pour activer la photosynthèse

La **culture à ciel ouvert** limite les coûts

En **bioréacteur** la productivité est plus forte



Bassins de la société française Séché au Vigeant (Vienne).

Bioréacteur à micro-algues de la société française Roquette à Klötze (Allemagne).

prendre ces mécanismes et de trouver des voies pour transformer ces réactions d'adaptation et de défense en réactions massives. »

► Où en est-on ? Gilles Peltier assure que la filière a presque tout à découvrir. « Aujourd'hui, tout le monde travaille avec des souches sauvages. La domestication des espèces d'algue est un enjeu énorme, et l'utilisation des biotechnologies doit accélérer la sélection, qui a pris plusieurs milliers d'années à l'agriculture pour arriver aux variétés actuelles. »

Sur le papier, le stock de biodiversité dans lequel puiser est quasi illimité. Plusieurs millions d'espèces existeraient sur terre. Mais seulement 100 000 ont été répertoriées et parmi celles-ci, une dizaine possède un intérêt industriel. « Une seule espèce (*Chlamydomonas reinhardtii*) a été suffisamment étudiée au niveau génétique pour nous permettre de faire le lien entre une fonction donnée et le gène correspondant », avertit Gilles Peltier. Certains labo-

ratoires ont fait le pari des algues génétiquement modifiées.

En 2010, EADS a fait voler un avion avec du carburant à 100 % à base d'algue. Dans les jours qui viennent, les biocarburants issus du projet français Shamash doivent être testés dans des moteurs Peugeot. Mais si, techniquement, les algocarburants fonctionnent, leur coût énergétique et financier reste limitant. Des procédés seraient viables d'ici 10 à 15 ans (voir encadré page de gauche).

► La France est-elle dans la course ?

Dans le monde, 2 milliards de dollars ont été investis dans la recherche pour les filières énergétiques de micro-algues. Et la France n'est pas en reste. Depuis 2005, 51 projets y ont été recensés pour plus de 350 millions d'euros et l'Hexagone figure en bonne place en matière de dépôt de brevets. En revanche, les acteurs pointent le manque d'un démonstrateur industriel tel qu'il s'en construit aux Etats-Unis, en Chine et au Japon. L'Etat français devait y

remédier officiellement ces jours-ci. Le 27 septembre, Nicolas Sarkozy a en effet annoncé la sélection du projet Green Stars, dans le cadre des Investissements d'avenir, qui doit s'implanter sur l'étang de Thau dans l'Hérault, pour un montant de 120 millions d'euros. « Ce démonstrateur doit nous permettre de faire sauter des étapes limitantes en terme de coûts financier et énergétique », se félicite Olivier Bernard. ■

DES PERSPECTIVES EN AGRICULTURE

« En agriculture, des systèmes permettent de coupler des cultures d'algues en sortie de méthaniseurs, met en avant Olivier Lépine, du bureau d'étude Algosource. Les algues valorisent la chaleur issue de la fabrication d'électricité et le digestat, en produisant de la biomasse riche en protéines

et lipides, qui peut être utilisée pour alimenter les animaux. » Sous nos climats, la culture d'algues est plus performante sous serre, là encore, la technologie devrait avoir besoin du savoir-faire des agriculteurs. Aussi, dans un premier temps, ces projets seront terrestres, avec des besoins en foncier.