

Biomasse du futur

Grenelle de l'environnement
Marion Guillou, INRA, Collège Etat

L'ANR a lancé en 2007 un appel à propositions dans la perspective d'un projet de programme : « Quels végétaux pour la biomasse du futur ? ». Voici un extrait des priorités de cet appel à propositions :

1°) La première analyse devrait consister à vérifier nos connaissances consensuelles sur les données actuelles :

– pour les végétaux susceptibles de fournir des synthons pour l'industrie chimique, il sera d'abord nécessaire de vérifier si les deux listes établies par le DOE (USA) sont intégralement transposables pour l'industrie chimique française ou si des synthons différents doivent être inclus ;

– pour les végétaux à finalité « biocarburants », il s'agira de valider les différents types de biocarburants et la nature biochimique de la biomasse de départ. Il sera en suite nécessaire de valider dans le détail les bilans énergétiques disponibles chez les plantes actuellement cultivées, les microalgues et les autres organismes à identifier. Il y a peu de documentation disponible et il est important de valider ou non ce qui a été établi, en particulier pour s'assurer que tous les éléments nécessaires au calcul du bilan ont bien été pris en compte.

2°) Le niveau de réflexion suivant portera sur les couples plantes /gènes à cibler pour induire des gains appréciables, sur le plan économique et sociétal, dans un délai de 3 à 5 ans pour les deux catégories de végétaux mentionnées ci-dessus.

Plusieurs approches semblent possibles :

– la première est l'utilisation de transgénèse pour amener en une seule étape un ou plusieurs gènes, sur des plantes déjà maîtrisées pour la transformation (la mise au point de la transgénèse sur d'autres plantes requièrerait trop de temps). Il s'agira d'identifier des modifications d'étapes de voies métaboliques -voire de voies de signalisation susceptibles d'introduire des gains significatifs et non encore couvertes par des brevets ;

– la deuxième est la recherche de végétaux actuellement non cultivés, mais cultivables en France (métropole et DOM-TOM) et susceptibles d'être déjà plus proches d'un bilan énergétique plus favorable ; un exemple est celui de la plante *Miscanthus* mais le but est d'en rechercher d'autres qui pourraient se révéler encore plus favorables. Les zones subtropicales et tropicales peuvent constituer une source significative de végétaux cultivables sous un large spectre de latitudes, France métropolitaine comprise.

3°) Le dernier niveau d'analyse est le plus prospectif car portant sur le long terme : il concerne la réflexion en profondeur pour définir les végétaux qui devront être prêts pour la production de biocarburants et de synthons quand l'énergie fossile arrivera en fin de disponibilité pratique.

La cinétique d'épuisement des ressources d'énergie fossile est encore relativement imprécise, mais la fourchette la plus consensuelle reste vers l'horizon de 25-50 ans pour le pétrole. A ce moment, la gestion globale de l'énergie à base de carbone aura fondamentalement changé et il est nécessaire dès à présent de réfléchir aux différents moyens renouvelables de production d'énergie. L'un des scénarios prévisibles aujourd'hui est de se tourner vers la production de

biomasse par des organismes phototrophes (utilisation de l'énergie lumineuse), qui se déclinent en plantes et en microorganismes (micro-algues et bactéries) dont les répartitions sont terrestres et aquatiques.

Le but des réflexions prospectives à mener est la définition d'idéotypes (au sens ici de l'ensemble des caractéristiques souhaitables) des végétaux susceptibles de répondre aux besoins mentionnés ci-dessus, en adéquation avec les demandes émanant de la chimie industrielle : un dialogue entre les biologistes et les chimistes apparaît donc indispensable.

Plusieurs points sont à soulever à priori :

- pour la constitution des idéotypes, la prise en compte des intrants est primordiale pour aboutir à un bilan économe. Outre la phototrophie, les besoins en eau et en minéraux (liste non limitative) sont à considérer ; à cet égard, les organismes qui combinent à la fois réduction du CO₂ et réduction de l'azote atmosphérique, telles les légumineuses symbiotiques et les fixateurs libres peuvent constituer des choix privilégiés pour le futur. En complément à ces identifications, l'étendue des diversités alléliques des végétaux candidats devra vraisemblablement être évaluée, de même que l'efficacité des différentes méthodes de sélection ;
- les avantages et inconvénients de la culture de plantes annuelles ou pérennes seront à examiner, et la remobilisation de l'azote des parties aériennes vers le système racinaire sera à prendre en compte pour le bilan azoté ;
- l'implication d'étapes de transgénèse représente une stratégie qu'il est nécessaire d'analyser ; en particulier, l'adaptation de la biomasse à l'usage comme intrant pour la chimie industrielle peut se concevoir par transgénèse (la modification de la composition en lignine du bois constitue un exemple déjà travaillé dans plusieurs pays) ;
- les étapes ultérieures réalisées par la chimie industrielle, soit pour les premières étapes de traitement de l'intrant soit des bioconversions ultérieures, demandent des efforts accrus pour identifier des enzymes capables d'être avantageusement utilisées comme bio-catalyseurs ; l'apport de la génomique microbienne apparaît primordial à cet égard ;
- les bilans énergétiques ainsi que les problèmes de traitement des résidus, polluants et non-polluants, accompagnant la chaîne production-utilisation devront être traités (prise en compte de l'intégralité des segments de la chaîne complète) ;
- les conséquences environnementales –au sens le plus large- de ces cultures à usage non alimentaires constituent un volet important ; en effet, ces cultures ne vont pas se substituer à une partie des cultures actuelles mais vont constituer des surfaces supplémentaires de culture. Ces impacts touchent des aspects très divers et très larges ; un aspect évident porte sur les modifications (physiques, chimiques, biologiques) des sols qui supporteront ces cultures. Compte tenu de l'importance vraisemblable des superficies à mettre en jeu, ils auront vraisemblablement des impacts (chimiques et biologiques) mais aussi sur le plan sociétal, qu'il est vital d'appréhender ;
- en prolongement des points évoqués dans le paragraphe ci-dessus, il sera utile de réfléchir aux systèmes de production à mettre en place (acteurs) pour amener la culture de ces végétaux au niveau productif nécessaire.

La réflexion portera aussi bien sur une perspective purement nationale (métropole et DOM-TOM) que sur une perspective intégrable à l'échelle européenne et même mondiale compte tenu de la globalisation des politiques économiques et écologiques en jeu (intersections entre politiques énergétiques et politiques agricoles).

L'INRA prépare une réponse à cette appel à propositions en liaison notamment avec l'ADEME, l'IFP, le CIRAD, le CNRS et l'ACTA.