

Qu'entend-on par transition énergétique et bio-économie ?

Notre planète est confrontée à de multiples défis liés à sa démographie en expansion et une croissance économique non durable, car trop consommatrice de ressources naturelles non renouvelables (fossiles, minérales ou métalliques) et de terres productives.. Comment limiter le changement climatique et l'érosion de la biodiversité qui en découlent? Peut-on réformer nos stratégies énergétiques en ayant recours à une économie plus sobre et moins dépendante des ressources finies et du carbone fossile ?

La transition énergétique : quelle définition ? quels en sont les moyens ?

D'ici 2050, cinq défis planétaires, corrélés entre eux, sont désormais identifiés (source : objectifs de développement durable des Nations-Unies - : 1) démographique et de développement, avec 8 milliards d'humains en 2025, et près de 10 milliards en 2050 ; 2) - alimentaire et agricole, avec la convergence des régimes entre pays développés et en développement, et la nécessité de produire plus de nourriture, ; 3) climatique, avec le réchauffement qui, selon le Groupement International des Experts sur le Climat (GIEC), pourrait progresser de + 3,5°C à + 8°C d'ici 2100, à cause de l'accumulation de gaz à effet de serre liés à l'activité humaine ; 4) énergétique, car ces émissions sont pour plus de 75% liées à la combustion d'énergies fossiles ; 5) environnemental, avec l'artificialisation des terres, le recul des forêts tropicales, la perte d'habitats et de biodiversité, les pressions multipliées sur les ressources telles que l'eau, les sols, la biomasse aquatique, agricole et forestière, les ressources minérales et métalliques.

. Si depuis l'Accord de Paris (COP 21), la communauté internationale s'est engagée à limiter à 2° C le réchauffement climatique d'ici 2100, dans son rapport de 2018, le GIEC préconise de le limiter à 1,5°C, ce qui suppose d'atteindre la neutralité carbone dès 2050. L'Agence Internationale de l'Energie estime que les engagements internationaux ne permettent d'atteindre que +2,7°C et qu'il faudrait pour atteindre l'objectif laisser plus de 80% des ressources fossiles connues dans le sol, et adopter une nouvelle stratégie : réduire les consommations d'énergie et de matières, améliorer l'efficacité énergétique et le recyclage, et décarboner l'énergie, notamment via les énergies renouvelables : géothermie, hydraulique, solaire, éolien, biomasse. C'est ce qu'on appelle la **transition énergétique**.

Qu'appelle t'on bio-économie? Quelles sont les technologies?

La **bio-économie** désigne l'ensemble des activités liées au développement économique des produits et des services obtenus à partir de matières premières d'origine biologique ou au moyen de bio-procédés. Ce sont en premier lieu, et très majoritairement aujourd'hui, les filières économiques existantes issues de l'agriculture et de la forêt: produits alimentaires et non alimentaires (alcools, amidon, et leurs dérivés chimiques, fibres textiles naturelles), produits du bois (bois d'œuvre, sciages et produits de construction), panneaux de particules et meubles, papier et cellulose, produits chimiques dérivés du bois. On assiste au développement d'activités nouvelles, issues de la préoccupation de remplacer progressivement les matières premières fossiles par des ressources carbonées renouvelables. Le monde vivant est le seul à fournir des chaînes carbonées complexes assimilables aux molécules fossiles: la photosynthèse des végétaux chlorophylliens capte l'énergie solaire et produit la matière végétale, bases des chaînes trophiques vers le règne animal et stockant le carbone pris au gaz carbonique de l'atmosphère. Ces filières s'appuient sur des technologies matures, comme la combustion du bois, ou nouvelles, issues de la recherche :

- la biomasse est la première source de chaleur renouvelable et la première énergie renouvelable en termes de consommation énergétique: bois énergie, biocarburants, biogaz de méthanisation, et demain de méthanation,
- la production de matériaux bio-sourcés pour la construction (bois, paille, chanvre etc...)
- la chimie du végétal pour produire des molécules et des polymères alternatifs aux grands intermédiaires pétrochimiques (éthylène, propylène, benzène, butanol, isobutène) et tous leurs produits dérivés issus de polymères (polyesters, polyuréthanes, PVC, polystyrène), pour une très large gamme d'utilisations (engrais, solvants, colles, matériaux plastiques, textiles).

VECTEUR	BIOMASSE	TECHNOLOGIE Maturité	RENDEMENT ou bilan énergétique	Modèle économique
Chaleur	Solide (bois, paille)	Combustion (mature)	90 %	Aides (annexe 1)
Gaz G1	Humide (effluents, déchets culture)	Méthanisation voie humide, (mature)	20 à 33%	Aides (F/All) digestat +/- val.
Gaz G2 GNV	Solide (bois, paille)	Méthanation (R&D)	65-70%	Pilote (GAYA)
Électricité/ Chaleur	Solide (bois, paille, pellets)	Co-génération (mature)	34 à 75% si chaleur valorisée	Aides (UE) Chaleur diff. val.
Biodiesel G1	Colza, tournesol, soja, palme (2ù)	Transestérification (mature)	65-80% de réduct. d'énergie fossile	Aides (annexe 2)
Bioéthanol G1	Betterave, céréales, canne	Fermentation (mature)	50-80 % de réduct. d'énergie fossile	Aides
Biodiesel G2	Solide (plante entière)	Thermochimique (R&D)	35-40%	23 pilotes Biotfuel (2018)
Bioéthanol G2	Solide (plante entière)	Biochimique (R&D)	30 %	81 pilotes Futuroil (2016)
BioK G3	Efflue., déchets liq.	Algues (R&D)		6 projets UE R&D
Chimie biosourcée	Solide/pl. entière/bois	Bioraffineries (R&D)		Fermentalg Dév. Eurobioref. Rech.

Figure 1. Technologies de conversion de la biomasse

Afin d'améliorer les rendements énergétiques et les bilans environnementaux des procédés, ces différentes productions (énergie et molécules ou matériaux) sont souvent couplées dans des «bio-raffineries». Dans le monde, de très nombreux projets, et des moyens de recherche considérables, concernent l'amélioration des modèles économiques des «bio-raffineries», encore souvent immatures, et fortement dépendants des modalités et des coûts d'approvisionnement et de pré-traitement de la biomasse. Il y est tenté de combiner des technologies de masse produisant des quantités importantes de produits de basse valeur ajoutée (énergies), avec des technologies de pointe produisant de petites quantités de molécules à forte valeur ajoutée (médecine, chimie, cosmétique, hygiène-santé). Deux grands types de technologies sont utilisées: la «voie sèche» qui utilise des matières solides dites ligno-cellulosiques (bois, pailles), qui sont d'abord gazéifiées, puis transformées dans diverses étapes physico-chimiques, et la «voie humide», qui utilise des effluents liquides des élevages, ou des boues de stations d'épuration, ou des plantes entières, traitées par fermentation biochimique dans des réacteurs. Le bois ne sera donc concerné que par les technologies dites «sèches», chaleur et co-génération, puis biocarburants G2 et chimie bio-sourcée.

Certains marchés sont déjà accessibles: biocarburants de première génération, applications chimiques très diverses (chewing-gum, caoutchouc, adhésifs, parfumerie, liants routiers, peintures, vernis, détergents, etc..) à partir de résines, terpènes et extraits naturels de pin. D'autres produits de 2e ou 3e

génération sont à l'état de projets de recherches ou de pilotes industriels, souvent gérés par des consortiums associant chercheurs, industriels et pôles de compétitivité, et soutenus par des programmes publics (Investissements d'avenir PIA 1, 2 et 3). Pour la filière sèche, on peut citer le projet GAYA, dont la première plateforme a été inaugurée en 2017 à Saint Fons (69), pour produire du biométhane à partir de produits forestiers et de résidus de l'industrie agro-alimentaire. Le déploiement d'unités de production de ce gaz 100% vert, s'approvisionnant au plus près de la ressource (50 à 70 km) est envisagé à partir de 2020.

Le projet FUTUROL (voie humide) s'étant achevé en 2017, l'usine de POMACLE BAZANCOURT (51) a trouvé acquéreur pour prolonger les essais sur 5 ans, en produisant à la fois des enzymes et de l'éthanol avancé. Le projet BIOtFUEL comporte un pilote situé à VENETTE (60), qui vise d'ici 2020 la production de biogazole et biokérozène de deuxième génération à partir de biomasse solide par voie Fischer –Tropsch et hydro-traitement (voie sèche).



Figure 2. Le projet GAYA

Son objectif est de développer une filière locale de production de biométhane par gazéification. La conversion thermo-chimique de biomasse (bois, déchets de bois, paille) en biométhane s'articule autour de deux étapes principales : la gazéification et la méthanation. Elle nécessite aussi des étapes intermédiaires de purification et de mise en conformité du gaz. Le procédé de gazéification retenu pour le projet GAYA permet d'obtenir une teneur importante de méthane dans le gaz de synthèse et des teneurs en composés traces limitées. Sa faisabilité industrielle a déjà été démontrée (ex : Autriche) et elle est adaptable à des installations de taille moyenne (10 à 60 MWth) permettant de valoriser localement la chaleur produite. Le procédé de méthanation choisi est innovant et intègre des ruptures technologiques permettant la production de biométhane de 2e génération à très haut rendement et injectable dans le réseau existant.

En France, si les matériaux et produits de la chimie sont mis en marché sans incitations publiques, les usages énergétiques sont subventionnés, car ils ne sont pas encore compétitifs avec les énergies fossiles, notamment avec le prix du gaz, s'agissant de la chaleur issue de biomasse. La Programmation pluri-

annuelle de l'Énergie (PPE) prévoit une croissance de la chaleur issue de biomasse d'ici 2028 (de 123 TWh en 2016, à 169 TWh en 2028), mais renonce à la production d'électricité et de chaleur par cogénération au profit d'autres énergies électriques renouvelables. La question du signal-prix à affecter aux émissions de GES et de la répartition budgétaire ou fiscale de cette charge sont au cœur des réflexions, notamment du Haut Conseil pour le Climat récemment créé pour évaluer la conformité des politiques publiques aux engagements climat.

Enfin, une partie émergente de la bio-économie est la «biologie de synthèse», qui repose sur les progrès rapides depuis 15 ans de technologies innovantes issues de la recherche : séquençage haut débit de l'ADN, automatisation de la synthèse d'ADN, modélisation et logiciels informatiques, robotique, micro-fluidique, nanotechnologies. Elle vise à reproduire ou à créer des voies métaboliques de synthèse, à des fins de production industrielle, pour des usages médicaux, chimiques ou énergétiques : synthèse de nouveaux carburants, molécules de base de la chimie comme le butadiène, et matériaux innovants à haute valeur ajoutée, à partir de l'utilisation de biomasse ligno-cellulosique ou de déchets organiques. En majorité cantonnée au laboratoire, elle connaît quelques productions industrielles, comme la bio-synthèse d'artémisinine par une entreprise française (sur la base de développements réalisés en Californie), qui permet de faire baisser suffisamment le coût de production de cet antipaludéen, pour fournir les pays les plus pauvres. Enfin son utilisation est à l'étude pour contribuer au contrôle de la pollution et à la protection des milieux naturels par des procédés de bio-remédiation (bactéries pouvant absorber et dégrader de nombreux produits toxiques en sous-produits non toxiques, ou détecter les produits toxiques et les métaux lourds).

En conclusion, on peut retenir que s'il existe une infinité de combinaisons de procédés physico-chimiques en développement, pour produire des énergies et matériaux renouvelables alternatifs au fossile, des médicaments ou des bio-procédés, à partir de biomasse, les matières premières en sont, elles, assez peu diverses: bois, pailles et résidus de culture, plantes entières et plantes alimentaires, boues et effluents d'origine biogénique. Avec le développement rapide des usages énergétiques, il est donc inéluctable que se développent des concurrences d'usage, déjà sensibles et controversées, et que se pose la question des **disponibilités en biomasse** pour alimenter toutes ces filières, même si, à l'échelle mondiale, moins du 1/10ème de la biomasse produite chaque année est récolté. La question de l'impact d'une utilisation accrue de la biomasse sur les autres biens et services issus de la forêt est également abordée (cf. fig.3) et justifie encore des recherches pour en préciser l'importance.

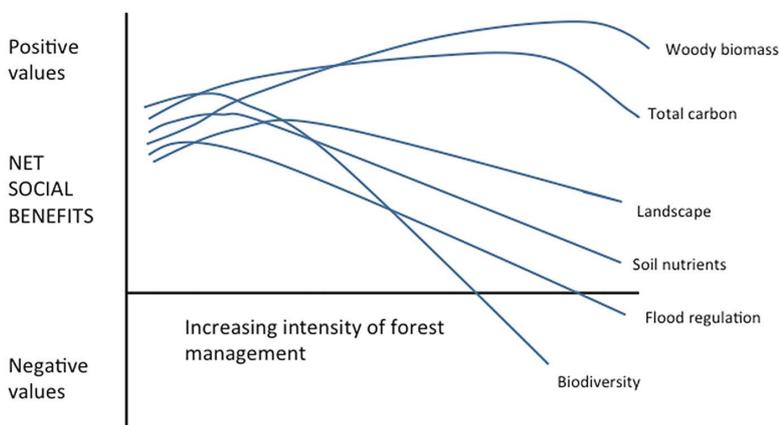


Figure 3. Relation générale entre intensité de la gestion forestière pour la production de biomasse et la fourniture des autres services écosystémiques (source : Nijnik et al., 2014)

Ce qu'il faut retenir

- Face aux défis planétaires, une approche intégrée du climat et de l'énergie apparaît comme une évidence
- La nécessaire réduction de l'émission de gaz à effet de serre implique de recourir plus massivement à un carbone plus «neutre» issu de la biomasse
- Les technologies de conversion de la biomasse en énergie et produits bio-sourcés existent et sont en développement
- La question de la disponibilité de la biomasse et de la concurrence entre filières pour son utilisation est essentielle
- La question sociale du financement de la transition énergétique est posée.

Recommandation : la lecture de cette fiche peut-être utilement complétée par celle des fiches 7.07 et 7.08.