

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 largement fondée sur l'utilisation de ressources naturelles non renouvelables (en premier lieu desquelles les carburants d'origine fossile) et en quantité limitée. Ces développements sont générateurs de sérieuses évolutions concernant le climat et la biosphère elle-même. Peut-on en limiter les effets en réformant nos stratégies énergétiques et en ayant recours à une économie moins dépendante 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:

- démographique et de développement, avec 8 milliards d'humains en 2025, et 9 milliards en 2050,
- alimentaire et agronomique, avec la convergence des régimes entre pays développés et en développement, et la nécessité de produire plus de nourriture,
- 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,
- énergétique, car ces émissions sont pour plus de 75% liées à la combustion d'énergies fossiles,
- 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.

Pour espérer maintenir à +2°C le réchauffement moyen de la terre d'ici un siècle, le GIEC préconise, d'ici 2050, de diviser par 2 les émissions anthropiques mondiales de GES, soit par 4 dans les pays développés, compte tenu de leur responsabilité historique. L'Agence Internationale de l'Energie estime qu'il faudra pour cela laisser plus de 80% des ressources fossiles connues dans le sol, et adopter une nouvelle stratégie: réduire les consommations d'énergie, améliorer l'efficacité énergétique, et passer aux 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 :

- énergies renouvelables à base de biomasse: bois énergie, biocarburants, biogaz de méthanisation, et demain de méthanation,
- production de matériaux biosourcés pour la construction (bois, paille, chanvre etc...)
- 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 Futurol (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 couplées dans des usines spécifiques appelées «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 immatures dans la plupart des cas, et fortement dépendants des modalités et des coûts d'approvisionnement et de pré-traitement de la biomasse. Il est généralement 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.

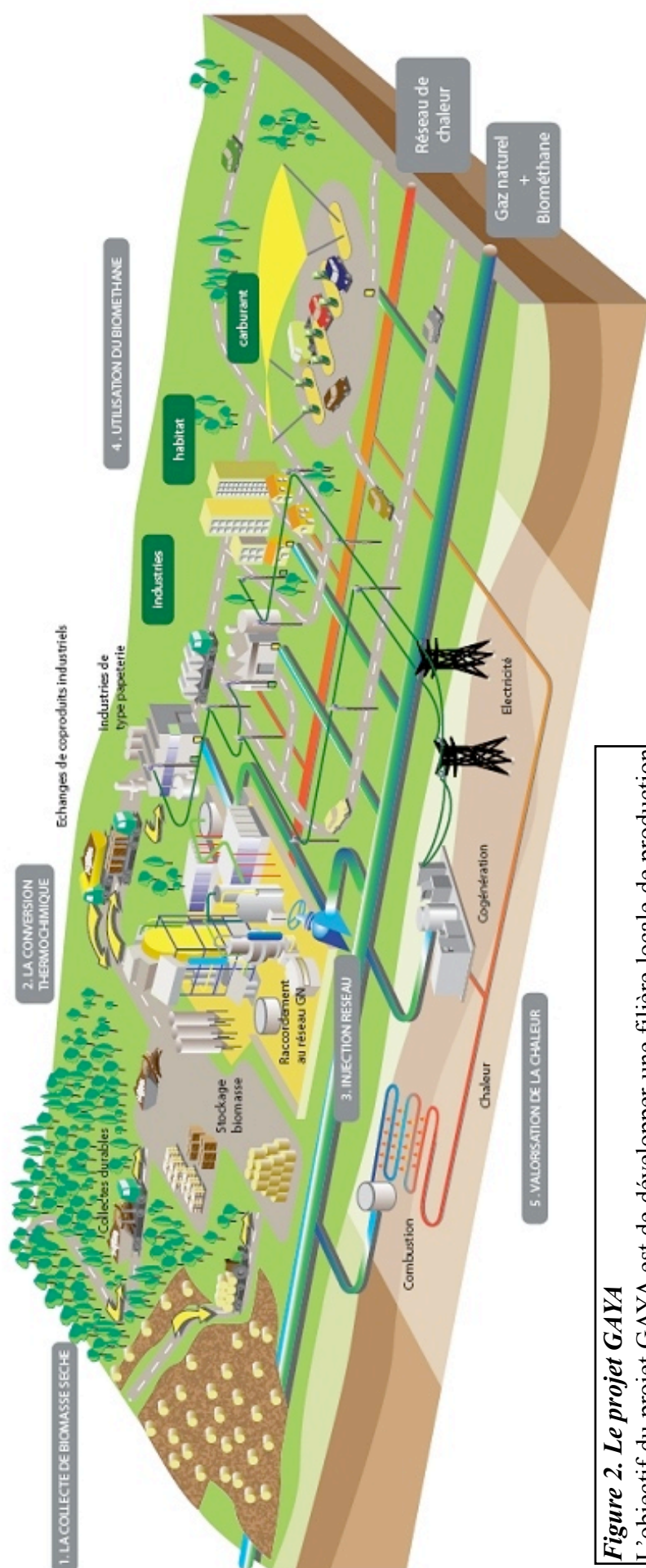


Figure 2. Le projet GAYA

L'objectif du projet GAYA est de développer une filière locale de production de biométhane par gazéification. La conversion thermochimique 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 : en 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 2^e génération à très haut rendement et injectable dans le réseau existant.

Certaines technologies sont déjà accessibles : production de biocarburants de première génération, ou chimie d'applications 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, de 2^e ou 3^e génération, sont à l'état de projets de recherches dans des pilotes industriels, souvent gérés par des consortiums associant chercheurs, industriels et pôles de compétitivité, et soutenus par des programmes publics (Investissements d'avenir). On peut citer les projets FUTUROL, BIOtFUEL et GAYA (fig.2), dont la plateforme pilote est installée près de Lyon. Leur maturité est annoncée autour de 2025 pour la G2 et de 2040 pour la G3.

En France, les matériaux et produits de la chimie sont mis en marché sans incitations publiques, et les usages énergétiques sont subventionnés, car ils ne sont pas compétitifs avec les énergies fossiles, en l'absence d'un signal-prix négatif sur les émissions de GES, ou «taxe carbone».

Enfin, une partie émergente de la bio-économie est la «biologie de synthèse», qui repose sur les progrès rapides depuis 10 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.

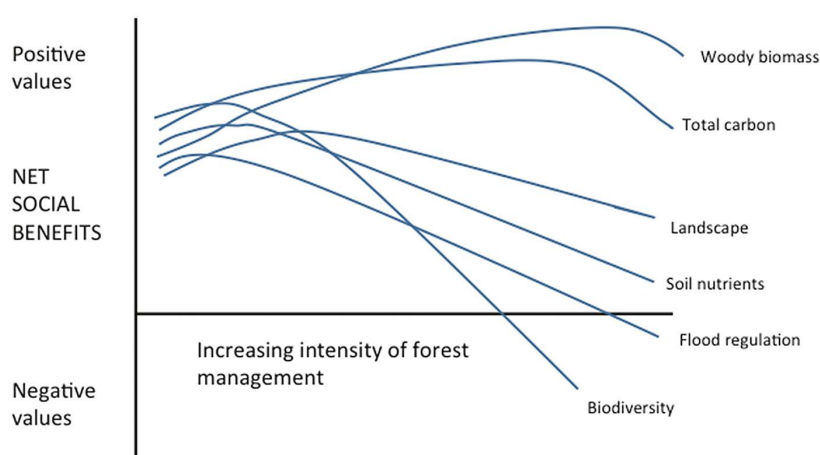


Figure 3. Relation générale entre intensité de la gestion forestière pour la production de biomasse et la fourniture des autres services écosystémiques (source : Nijnik et al., 2014)

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

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