

Qu'entend-on par transition énergétique et bioéconomie ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 02.07.Q05

2024, révisée septembre 2026

Sylvie ALEXANDRE, membre de l'Académie d'Agriculture de France

Mots clés : biodiversité, défi

Notre planète est confrontée à de multiples défis liés à sa démographie en expansion et à une croissance économique non durable, 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, en ayant recours à une économie plus sobre et moins dépendante des ressources finies et du carbone fossile ?

La biosphère est au cœur de services environnementaux dont la préservation est cruciale. La bioéconomie tient aussi une place déterminée, dans chaque zone du monde, par les disponibilités en biomasse agricole, forestière, et en bio-déchets, et par ses aptitudes aux usages matériau et énergie renouvelable. Quel rôle est elle appelée à jouer dans la transition ?

La transition énergétique : quelle définition ? Quels moyens ?

D'ici 2050, cinq défis planétaires, corrélés entre eux, sont identifiés, selon les *Objectifs de développement durable* des Nations-Unies

- 1 - Défi démographique et de développement, avec 8 milliards d'humains en 2025, et près de 10 milliards en 2050.
- 2 - Défi alimentaire et agronomique, avec la convergence des régimes entre pays développés et en développement, et la nécessité de produire plus de nourriture.
- 3 - Défi climatique, avec le réchauffement qui, selon le *Groupe international d'experts sur l'évolution du 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 - Défi énergétique, car nos émissions sont pour plus de 75 % liées à la combustion d'énergies fossiles.
- 5 - Défi environnemental, avec l'artificialisation des terres, le recul des forêts tropicales, la perte d'habitats et de biodiversité, les pressions, accentuées par le changement climatique en cours, sur les ressources telles que l'eau, les sols, la biomasse aquatique, agricole et forestière, les ressources minérales et métalliques.

Depuis l'*Accord de Paris* (COP 21), la communauté internationale s'est engagée à limiter au-dessous de + 2°C le réchauffement climatique d'ici 2100, mais les engagements concrets des parties ne permettent, selon les experts, d'atteindre que + 2,8°C. Dans son rapport de 2018, le GIEC préconisait même de limiter le réchauffement à + 1,5°C, ce qui suppose d'atteindre la neutralité carbone dès 2050. Pour cela, il faudrait laisser plus de 80 % des ressources fossiles connues dans le sol, et adopter une transition environnementale : réduire les consommations d'énergie et de matières, améliorer l'efficacité énergétique et le recyclage-matière, enfin décarboner l'économie, avec l'usage de matériaux et d'énergie renouvelable (géothermie, hydraulique, solaire, éolien, hydrogène, biomasse), ce qui constitue la transition énergétique. L'objectif de + 1,5°C en 2050 est désormais hors d'atteinte, et remplacé par l'objectif moyen mondial de + 2°C en 2050 et + 3°C en 2100, soit + 4°C en France métropolitaine, plus exposée par sa situation géographique.

Qu'appelle-t-on bioéconomie ? Quelles en sont les technologies ?

La bioéconomie 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 bioprocédés. Ce sont en premier lieu (et encore très majoritairement en 2026), les filières économiques existantes issues de l'agriculture et de la forêt : produits alimentaires et non alimentaires (alcools, amidon, et leurs dérivés chimiques, fibres [page 1](#) Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "**Publications**" puis "**Table des matières des documents de l'Encyclopédie**".

Reproduction autorisée sous réserve d'en citer la provenance

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, bois-énergie. On assiste au développement d'activités nouvelles, pour 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, base des chaînes trophiques vers le règne animal et stockant le carbone absorbé sous forme de CO₂ dans l'atmosphère.

Ces filières s'appuient sur des technologies matures, comme la combustion, ou nouvelles, issues de la recherche :

- La biomasse, première source de chaleur renouvelable et la première énergie renouvelable en termes de consommation énergétique : bois énergie, biocarburants, biogaz de méthanisation et de méthanation.
- La production de matériaux biosourcés, 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).

Plusieurs types de technologies sont utilisées :

- La voie sèche, sur des matières solides lignocellulosiques (bois, pailles) qui sont d'abord gazéifiées, puis transformées dans diverses étapes physico-chimiques. Le bois n'est concerné que par les technologies sèches : chaleur et cogénération, biocarburants G2 et chimie biosourcée.
- La voie humide, sur des effluents liquides des élevages, ou des boues de stations d'épuration, ou des plantes entières, traitées par fermentation biochimique dans des réacteurs.
- Une technologie par hydrotraitement d'huiles végétales et usagées (HVO), qui a progressé ces dernières années (États-Unis, Espagne, Indonésie).

Technologies de la biomasse				
VECTEUR	BIOMASSE	TECHNOLOGIE Maturité	RENDEMENT ou bilan énergétique	Modèle économique
Chaleur	Solide (bois, paille)	Combustion (mature)	90 %	Aides
Gaz G1	Humide (effluents, déchets culture)	Méthanisation voie humide, (mature)	20 à 33%	Aides digestat +/- val.
Gaz G2 GNV	Solide (bois, paille)	Méthanation (R&D)	65-70%	Pilote (GAYA)
Électricité/ Chaleur	Solide (bois, paille, pellets)	Cogénération (mature)	34 à 75% si chaleur valorisée	Arrêt des soutiens RED III
Biodiesel G1	Colza, tournesol, soja, palme (2ù)	Transestérification (mature)	65-80% de réduct. d'énergie fossile	Aides
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%	BioTfuel 2028 Production à l'étranger
Bioéthanol G2	Solide (plante entière)	Biochimique (R&D)	30 %	Futuro Production à l'étranger
BioK G3	Efflu., déchets liq.	Algues (R&D)		6 projets UE R&D
HVO Huile végétale hydrotraitée	Huiles végétales et usagées, graisses animales	Hydrogénation et isomérisation	50 à 90% de réduct d'énergie fossile	Bioraffinerie La Mède en France (construction) Production à l'étranger
Chimie biosourcée	Solide/pl. entière/bois	Bioraffineries (R&D)		Fermentalg Dév. Eurobioref. Rech.

Afin d'améliorer les rendements énergétiques et les bilans environnementaux, les productions d'énergie et de molécules ou matériaux, sont souvent couplées dans des bioraffineries. De très nombreux projets travaillent à l'amélioration des modèles économiques, fortement dépendants des modalités et des coûts d'approvisionnement et de pré-traitement de la biomasse : il s'agit de combiner technologies de masse produisant des quantités importantes de produits à basse valeur ajoutée (énergies), et technologies de pointe produisant de petites quantités de molécules à forte valeur ajoutée (médecine, chimie, cosmétique, hygiène-santé). En 2022, l'AIE a estimé que les productions de biocarburants G2 ne sont pas rentables en l'absence de mesures de soutien.

Où en sont les filières ?

Certains marchés sont en croissance, à partir de résines, terpènes et extraits naturels de pin : biocarburants de première génération, applications chimiques diverses (chewing-gum, caoutchouc, adhésifs, parfumerie, liants routiers, peintures, vernis, détergents, etc...).

Pour les biocarburants de seconde génération, la production industrielle de bioéthanol est opérationnelle au Brésil, aux États-Unis et en Inde. En France, les projets de recherche et les pilotes industriels ont généré des consortiums associant chercheurs, industriels et pôles de compétitivité, soutenus initialement par les programmes publics (Investissements d'avenir PIA 1, 2 et 3 :

- Le projet *FUTUROL* s'est achevé en 2017. L'usine de Pomacle-Bazancourt (51) produit des enzymes et de l'éthanol chimie. Une filiale de l'*IFPen*, *Axens*, a obtenu une licence pour produire le bioéthanol *FUTUROL* (55.000 t) à partir de résidus agricoles et de miscanthus à Sizak (Croatie). *Axens* a également délivré une licence de production de HVO à l'usine *TOTAL* de La Mede, visant à terme 500.000 t/an.
- Le projet *BIOtFUEL* a abouti en 2023 avec l'installation de l'usine *BioTJet* par le consortium *Axens*, *Avril*, *Bionext* et *Elyse énergie*, à Pardies (bassin de Lacq 64). Lauréat de l'appel à projets gouvernemental *Carb Aero* (100 M€ en 2025, répartis entre quatre lauréats), le site vise en 2030 la production annuelle de 82 000 tonnes de e-biokérozène (20 % de la demande française) et 35 000 t de naphta pour la chimie verte à partir de 300 000 tonnes de résidus agricoles et forestiers.
- Pour le gaz, la plateforme *GAYA*, inaugurée par *ENGIE* en 2017 à Saint-Fons (69), prévoit de produire du biométhane par conversion thermochimique de biomasse (bois, déchets de bois, paille) en gaz, purification et méthanation. La faisabilité industrielle d'installations de taille moyenne (10 à 60 MWh), permettant de valoriser localement la chaleur produite, a été démontrée en Autriche. Le déploiement d'unités de production de ce gaz 100 % vert, s'approvisionnant au plus près de la ressource (50 à 70 km), envisagé à partir de 2020, n'est cependant pas atteint : si la production de bioGNV à partir de bois a bien été obtenue en 2019, il est désormais obtenu par méthanisation de déchets ménagers.

Enfin, une partie émergente de la bioéconomie est la biologie de synthèse, qui repose sur les progrès de technologies innovantes issues de la recherche : séquençage haut débit de l'ADN, automatisation de la synthèse d'ADN, modélisation et logiciels informatiques, robotique, microfluidique, nanotechnologies. Ces procédés visent à reproduire ou à créer des voies métaboliques de synthèse, à des fins de production industrielle, pour des usages médicaux, chimiques ou énergétique : 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 lignocellulosique ou de déchets organiques. En majorité cantonnée au laboratoire, la biologie de synthèse connaît quelques productions industrielles, comme la biosynthèse 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 bioremédiation (bactéries pouvant absorber et dégrader de nombreux produits toxiques en sous-produits non toxiques, ou détecter les produits toxiques et les métaux lourds).

Les politiques publiques

Les questions du signal-prix à affecter aux émissions de GES et de la répartition budgétaire ou fiscale des charges d'investissement liées à la transition sont au cœur des réflexions, car l'émergence des technologies du futur est dépendante des modèles économiques et de la durabilité des procédés, ce qui nécessite des choix législatifs. Le soutien aux usages énergétiques non compétitifs avec les énergies fossiles est une condition de leur émergence.

En Europe, le *Pacte vert* de 2023 (voir *fiche 02.07.Q06*) ambitionne la neutralité carbone à 2050, soit une accélération spectaculaire de la transition dans tous les domaines. Mais la Directive RED III a profondément réformé les usages de biomasse pour la chaleur et les biocarburants, privilégiant l'usage énergétique des déchets, et supprimé le soutien à la production d'électricité, même cogénérée. Elle donne le choix aux états-membres entre un objectif de réduction de 14,5 % de l'intensité carbone de l'énergie consommée dans les transports, ou un objectif d'au moins 29 % d'énergie renouvelable dans la consommation finale d'énergie dans les transports. Elle fixe par ailleurs un sous-objectif contraignant de 5,5 % pour les biocarburants avancés et les carburants renouvelables d'origine non biologique (principalement l'hydrogène bas-carbone et les e-fuels) dans la part des énergies renouvelables fournies au secteur des transports. La législation européenne vise par

ailleurs à accroître l'utilisation des carburants renouvelables et bas-carbone et à réduire les émissions de gaz à effet de serre des secteurs aérien et maritime : les objectifs d'incorporation de l'initiative *ReFuelEU Aviation* visent ainsi à augmenter l'incorporation de carburants durables de 6 % en 2030 jusqu'à 70 % d'ici 2050, et les objectifs sont également ambitieux pour les armateurs, puisque le règlement *FuelEU Maritime* impose une réduction des émissions de GES du transport maritime, de 2 % en 2025 à 80 % d'ici 2050.

En France, la réglementation intègre depuis 2015 une *Stratégie nationale bas carbone* (troisième version publiée en juillet 2026), et des *Programmations pluriannuelles de l'énergie* successives. La biomasse en est un levier majeur représentant 15 % des leviers de réduction des émissions de GES, invitant à une mobilisation accrue, mais fournissant un cadre strict de hiérarchisation, pour éviter la surexploitation et les conflits d'usages. Les matériaux et produits de la chimie sont mis en marché sans incitations financières publiques, mais encadrés par une réglementation exigeante (Règlement REACH = *Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of chemicals*).

En conclusion, s'il existe de nombreuses combinaisons de procédés physico-chimiques en développement, pour produire des énergies et matériaux renouvelables alternatifs au fossile, des médicaments ou des bioprocédés, à partir de biomasse, les matières premières en sont assez peu diverses : bois, pailles et résidus de cultures, plantes entières et plantes alimentaires, résidus alimentaires, boues et effluents d'origines biogéniques. Avec le développement rapide des usages énergétiques, il est 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 dixième de la biomasse produite chaque année est récolté. Si l'impact d'une utilisation accrue de la biomasse sur les autres biens et services issus de l'agriculture et de la forêt justifie encore des recherches pour en préciser l'importance, il est d'ores et déjà invoqué pour appeler à restreindre au strict nécessaire les usages énergétiques de la biomasse.

• Ce qu'il faut retenir :

Face aux défis planétaires, les questions du climat et de l'énergie sont étroitement imbriquées, les usages de la biomasse peuvent concourir à la baisse des émissions de GES.

Le recours aux technologies de la biomasse est étroitement encadré par les textes communautaires qui limitent l'usage des biocarburants de G1 alors que la G2 est encore à l'état de projet.

Les technologies de production d'énergie et de matériau sont en développement constant, certaines sont abandonnées en France, d'autres émergent.

La disponibilité de la biomasse, son bilan carbone, et les concurrence d'usages sont des éléments-clé sur lesquels les politiques publiques peuvent agir, comme l'illustre la *Stratégie nationale bas carbone n°3*. La priorité est donnée à l'alimentation et aux sols, puis à une cascade d'usages en faveur des produits à longue vie, la méthanisation est encouragée et les biocarburants fléchés vers les transports lourds ou ne bénéficiant pas d'alternatives d'électrification.

• La question du financement de la transition, et de la compétitivité industrielle est également un sujet fondamental pour un développement plus durable valorisant la ressource française.

Pour en savoir plus

- Fiche 02.02.Q02 Les forêts sont-elles le poumon de la planète ? Le cycle du carbone
- Fiche 02.03.Q07 Le bois est-il encore une source d'énergie ?
- Fiche 02.07.Q06 Transition énergétique et bioéconomie : quelles sont les stratégies actuelles ?
- Fiche 02.07.Q07 Le bois peut-il occuper une plus grande place parmi les énergies renouvelables ?
- Fiche 02.07.Q08 Quelle place pour le bois dans la chimie verte