

# QUELLE PLACE POUR LA BIOMASSE DANS LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ?

EN PARTENARIAT AVEC



ACADÉMIE  
DES SCIENCES  
INSTITUT DE FRANCE

2023, année la plus chaude de l'histoire... Pour la part non électrique de nos usages, la biomasse paraît la solution alternative aux énergies fossiles contribuant au réchauffement. Pas si simple, avertit **Marc Fontecave**, coauteur d'un rapport de l'Académie des sciences sur cette ressource, ses problématiques et ses perspectives.

Dans le cadre de notre partenariat avec l'Académie des sciences, des académiciennes et académiciens analysent et apportent leur éclairage sur les grands enjeux du monde contemporain au travers de questions scientifiques qui font l'actualité.

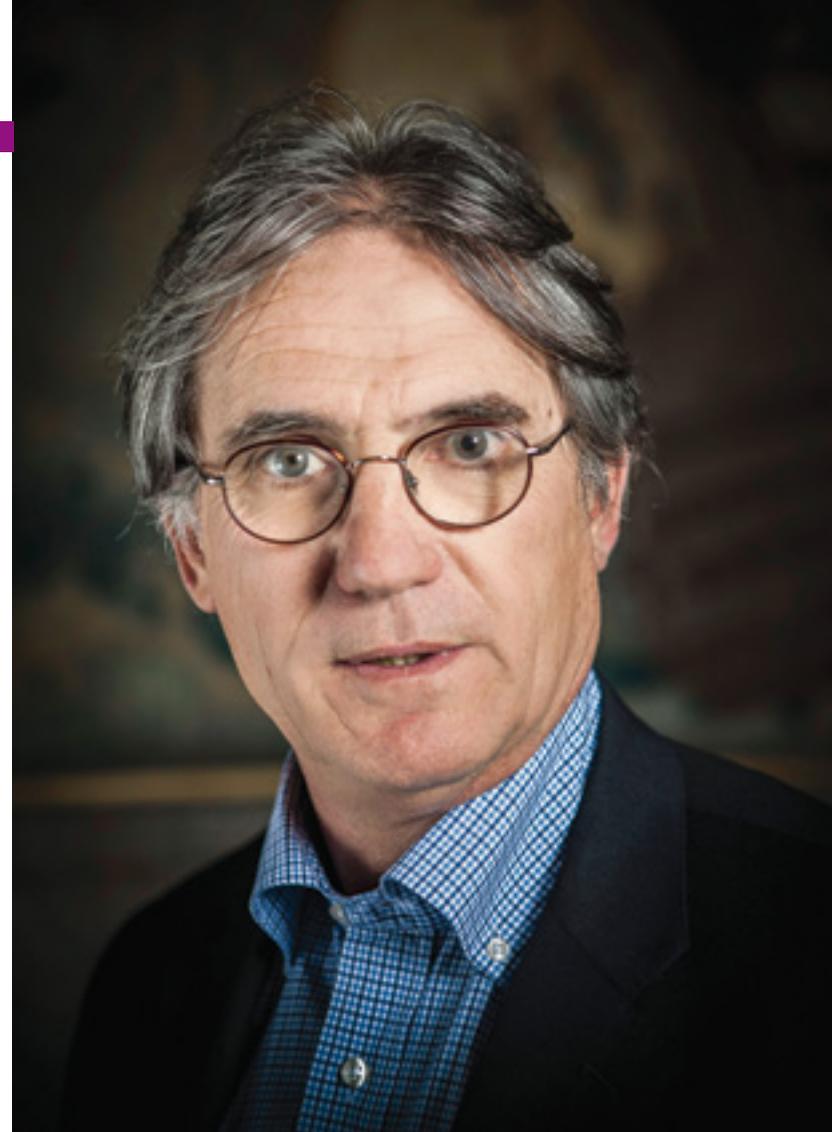
**C**omme l'a rappelé la COP28, fin 2023, il est désormais évident que la lutte contre le réchauffement climatique implique en priorité une diminution de la consommation mondiale des énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz). Cet objectif est clair en théorie, mais extrêmement difficile à atteindre en pratique. Le premier enjeu de cette transition est la défossilisation des usages au profit d'une augmentation de la part électrique de nos productions et consommations énergétiques. Les énergies renouvelables (EnR) bas carbone (hydraulique, éolien et solaire) ainsi que l'énergie nucléaire, dans des pays comme la France, permettent d'envisager une transition énergétique impliquant une électrification massive de toute une série d'usages associés au chauffage, au transport ou encore à l'industrie. Pourtant, cet enjeu n'est pas le plus important. Et pour cause : la part électrique de la consommation d'énergie au niveau mondial n'est que de

17 % (25 % pour la France, pays déjà très électrifié) et les technologies de production électrique sont déjà disponibles, même si leur déploiement à très grande échelle impose de résoudre des problèmes concernant l'accélération de l'installation de capacités électriques, la flexibilité, les réseaux et le stockage électriques. L'autre enjeu de la transition énergétique concerne la part non électrique de notre consommation d'énergie. Bien plus complexe que le premier, il constitue pourtant l'angle mort des scénarios de transition disponibles proposés par la Stratégie nationale bas carbone (SNBC), l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), le Réseau de transport d'électricité français (RTE), GRTgaz, etc.

### TROIS GRANDS TYPES DE BIOMASSE

Prenons le cas de la France. Aujourd'hui, la consommation annuelle non électrique d'un pays tel que le nôtre correspond à plus de 1 000 térawattheures (TWh) d'énergie (1), assurés pour l'essentiel par les énergies fossiles, en particulier pour la production de chaleur et les transports. Demain, parce que tout ne sera pas électrique (notamment les transports lourds, aériens et maritimes, une partie de la production de chaleur et l'industrie) et parce qu'il faudra encore des carburants liquides et gazeux, il s'agira de trouver les sources d'énergie

**EN FRANCE, SON UTILISATION EST CERTES LIMITÉE MAIS SIGNIFICATIVE : SUR UNE CONSOMMATION TOTALE DE 1 650 TWH, BIOMASSE ET DÉCHETS REPRÉSENTENT 170 TWH.**



BRAUD NEYROPALLE PHOTO

**EN THÉORIE, LA BIOÉNERGIE EST « ZÉRO CARBONE ». UNE VISION IDYLLIQUE À RELATIVISER.**

compris les substances végétales et animales, de la sylviculture, des industries connexes, y compris la pêche et l'aquaculture, ainsi que la fraction biodégradable des déchets, notamment industriels ainsi que des déchets municipaux et assimilés lorsqu'ils sont d'origine biologique ». Autrement dit, on peut identifier trois grands ensembles au sein de la biomasse : la biomasse agricole, la biomasse forestière, et les déchets biologiques urbains et industriels.

### DES PROCÉDÉS PARFOIS ÉNERGIVORES

Ces ressources peuvent être transformées en biocarburants ou en biogaz, par des procédés chimiques ou biologiques, parfois énergivores, généralement complexes et souvent encore insuffisamment matures. C'est déjà ce qui est fait en France, mais à une échelle limitée (moins d'une cinquantaine de térawattheures, 10 % des besoins), pour produire du bioéthanol et des biodiesels utilisés pour nos voitures, ou du biométhane formé par fermentation biologique de déchets dans des méthaniseurs et injecté, par exemple, dans les réseaux de gaz. Notre utilisation de la biomasse est déjà significative : sur une consommation totale de 1 650 TWh, dont 320 TWh environ issus des EnR, la biomasse et les déchets représentent environ 170 TWh, le bois comptant, à lui seul, pour 110 TWh (35 % de l'ensemble des EnR et 65 % de la biomasse). Cet engouement pour la biomasse est facile à comprendre. D'une part, elle est essentiellement constituée de molécules carbonées, riches en énergie, ce qui en fait une bonne alternative au carbone fossile. D'autre part, ce biocarbone est exclusivement issu du CO<sub>2</sub> atmosphérique, grâce à la photosynthèse mise en œuvre par les plantes, de sorte que le CO<sub>2</sub> émis dans l'atmosphère pendant l'utilisation et la combustion des dérivés de la biomasse est compensé exactement par le CO<sub>2</sub> fixé lors de leur synthèse, faisant, en théorie, de la bioénergie une « énergie zéro carbone ».

### CONFLITS D'USAGES

Cependant, cette vision idyllique doit être relativisée. Le premier bémol provient des problèmes associés à l'exploitation de la biomasse, qu'il s'agit de traiter par la recherche et l'innovation. D'abord, la production de bioénergies entre en conflit avec d'autres usages majeurs de la biomasse, comme »

non électriques pour assurer, si l'on se fie par exemple aux scénarios RTE et SNBC, 500 TWh de consommation d'énergie. Sans fossiles, où se les procurera-t-on ?

La réponse semble simple : la biomasse ! Quel que soit l'usage que l'on veut « décarboner » ou rendre « vert », c'est elle que l'on sollicite et qui apparaît dans tous les scénarios actuels comme la solution, sous forme de biocarburants et de biogaz.

Dans un rapport paru en janvier 2024 (voir « En savoir plus »), l'Académie des sciences se penche sur cette question, avec l'ambition de contribuer à éclairer les décideurs politiques et les citoyens sur ce qu'est cette biomasse, sur ses avantages et ses inconvénients, sur les ressources dont nous disposons en France et sur les problématiques scientifiques et technologiques qui restent à résoudre pour relever les défis de la transition énergétique qui lui sont associés.

D'après la définition donnée par le Parlement et le Conseil européens, la biomasse est « la fraction biodégradable des produits, des déchets et des résidus d'origine biologique provenant de l'agriculture, y

### PROFIL

Professeur au Collège de France, **Marc Fontecave** y occupe la chaire Chimie des processus biologiques et dirige le laboratoire homonyme. Membre de l'Académie des sciences, dont il préside le Comité de prospective en énergie, il est coauteur, avec Sébastien Candel, du rapport « Quelles perspectives énergétiques pour la biomasse ? » (janvier 2024, voir « En savoir plus »).

» la production agroalimentaire ou les écoservices rendus par la biosphère, dès lors que ce sont les mêmes ressources qui sont aujourd'hui transformées en aliments pour les populations humaines ou animales et en biocarburants de première génération (produits à partir de maïs, soja, tournesol, etc.) et que le bois, par exemple, peut être sollicité à la fois à des fins de combustion (chaleur) et pour assurer un rôle majeur dans la captation et la séquestration du carbone atmosphérique – puits de carbone forestiers (2). Par ailleurs, étant donné que la bioénergie est l'énergie la moins favorable en termes d'empreinte spatiale et que la biomasse a, sur toute la chaîne des valeurs, un faible retour énergétique, sa sollicitation accrue s'accompagnerait d'une utilisation massive, et sans doute difficilement acceptable par nos sociétés, de la surface agricole utile.

#### **ALIMENTATION ET SURFACE AGRICOLE UTILE**

Ensuite, contrairement à l'idée couramment diffusée, la bioénergie n'est pas une énergie zéro carbone, car chaque étape de la chaîne allant de la culture de la biomasse jusqu'à son utilisation, en passant par sa transformation et son transport, est émettrice de CO<sub>2</sub>. Le bilan carbone n'est pas toujours favorable, comme c'est le cas, en particulier, de la production des biocarburants de première génération, bioéthanol et biodiesel.

Aussi, l'un des freins au développement des bioénergies provient de leur coût. Par exemple, le biométhane est aujourd'hui environ deux fois plus cher que le gaz naturel, même si ce type de comparaison est à manipuler avec précaution, dans un contexte de diminution du prix du premier et de volatilité du prix du second.

Enfin, la question des quantités disponibles de biomasse reste posée : en France, peut-on assurer au moins 400-500 TWh d'énergie non électrique avec cette ressource et ses dérivés ? Cette question est majeure car, si ce n'était pas le cas, notre mix énergétique (3) continuerait à laisser une place significative au pétrole et au gaz, difficile à concilier avec les objectifs de réduction de notre consommation d'énergies fossiles mis en avant par la SNBC du gouvernement. Malheureusement, la confrontation des nombreux rapports (Ademe, SNBC, France Stratégie, Gaz réseau distribution France ou GRDF, etc.) qui se sont employés à mesurer la quantité de biomasse disponible révèle des évaluations très variables, nous laissant ainsi avec de fortes incertitudes.

Il ne fait aucun doute que le mix énergétique de demain comprendra une contribution importante de biomasse. Afin de mieux maîtriser son déploiement,

## **LA RECHERCHE FONDAMENTALE, TECHNOLOGIQUE ET INDUSTRIELLE DOIT ÊTRE RENFORCÉE, NOTAMMENT POUR DÉVELOPPER DES BIOCARBURANTS DE SECONDE GÉNÉRATION.**

l'Académie des sciences, au terme de son analyse, propose dans son rapport un ensemble de recommandations à l'attention des décideurs, dont voici les plus importantes. La production alimentaire ne doit pas être contrainte par une utilisation abusive, à des fins énergétiques, de la surface agricole utile ; cela implique notamment de limiter le développement des biocarburants de première génération. Il ne faut pas non plus exploiter davantage la biomasse forestière, qui constitue un puits de carbone essentiel. Il est indispensable de poursuivre, par une coordination des agences spécialisées, l'analyse rigoureuse des gisements disponibles des différents types de biomasse, de leur véritable empreinte carbone et de leur retour énergétique, pour lesquels il reste encore beaucoup trop d'incertitudes. La recherche fondamentale, technologique et industrielle doit être renforcée, notamment pour développer des biocarburants de seconde génération qu'on peut dériver des matériaux lignocellulosiques des plantes ou de parties de plantes non comestibles, pour l'amélioration des rendements, des efficacités énergétiques et du coût des procédés de transformation de la biomasse, ou encore pour le déploiement d'une nouvelle industrie chimique dans laquelle l'ancienne pétrochimie est remplacée par une chimie de synthèse biosourcée (4). Enfin, il est crucial d'établir des priorités dans l'utilisation de la biomasse pour les usages qui ne pourront pas être défossilisés par l'électricité, comme l'aviation par exemple, via une politique publique permettant de résoudre les conflits d'usages.

Diffuser ainsi auprès des citoyens l'état des savoirs et faire des recommandations est une mission majeure de l'Académie des sciences. En éclairant aujourd'hui le débat public sur ce sujet, elle entend contribuer de façon rationnelle à l'élaboration de stratégies nationales de transition énergétique. ●

**MARC FONTECAVE**

(1) 1 térawattheure = 1 milliard de kilowattheures.

(2) Voir dans « l'HM » n° 882 du 30 novembre 2023 et sur [humanite.fr](http://humanite.fr) : « Les forêts françaises, puits de carbone crucial... et menacé » d'Isabelle Chuine, en partenariat avec l'Académie des sciences.

(3) Le mix - ou bouquet - énergétique désigne la répartition des différentes sources d'énergie consommées dans un pays donné.

(4) Chimie industrielle dans laquelle les ressources fossiles sont partiellement ou complètement remplacées par des ressources issues de la biomasse.

#### **EN SAVOIR PLUS**

Le site de l'Académie des sciences : [academie-sciences.fr](http://academie-sciences.fr)

#### **« Quelles perspectives énergétiques pour la biomasse ? »,**

de Marc Fontecave et Sébastien Candel, rapport de l'Académie des sciences, janvier 2024, en ligne sur son site.

Au Collège de France :  
**« La transition énergétique : aujourd'hui et demain (II) »,** cours et séminaires de Marc Fontecave : sur la biomasse les 10, 17 et 24 janvier 2024 ;  
**« La transition énergétique : les défis de la société et de l'innovation »,** colloque organisé par Marc Fontecave le 28 février 2024. Détails et vidéos sur [college-de-france.fr](http://college-de-france.fr)