Les notes de
La Fabrique Ecologique
FONDATION PLURALISTE DE L'ÉCOLOGIE

Note définitive n° 51
Octobre 2025

Les bioénergies : quelle place dans la transition énergétique ?

SYNTHÈSE

L'atteinte de la « neutralité carbone » en 2050 suppose de ne plus recourir qu'à des sources d'énergie décarbonées. Si nous savons décarboner sa production, l'électricité, aujourd'hui « vecteur » énergétique privilégié, ne représentera pourtant, en France et à cet horizon, qu'environ 50 % de l'énergie finale (contre 27 % aujourd'hui). L'autre moitié de notre consommation d'énergie devra être en grande partie assurée par la biomasse, une source d'énergie « multiusages », insuffisamment prise en compte aujourd'hui dans le débat public.

La biomasse est issue du soleil, par la photosynthèse. Lorsqu'elle est issue de récoltes annuelles, elle est clairement renouvelable, mais seule une gestion équilibrée permet d'assurer qu'il en va de même pour la biomasse forestière. Les directives européennes fixent des **exigences de durabilité** pour éviter le « changement d'affectation des sols indirect », le déstockage de carbone des sols et les pertes de biodiversité. Mais les situations et pratiques sont multiples et les débats restent vivaces sur la durabilité des bioénergies. Pourtant, selon tous les scénarios – mondiaux comme nationaux – le recours aux **bioénergies** doit **croître** fortement dans les prochaines décennies.

La ressource en biomasse connaît des limites, et des **arbitrages** sont nécessaires, au niveau national comme sur chacun des territoires concernés : ils concernent les usages, les filières et l'utilisation des espaces agricoles et forestiers.

La **forêt** gagne en superficie. Elle produit du bois dont la récolte est significativement inférieure à l'accroissement biologique. Mais elle est soumise à des **stress multiples** liés au changement climatique (sécheresses, canicules, tempêtes, attaques d'insectes, incendies) qui diminuent sa productivité, augmentent la mortalité des arbres et menacent son rôle de puits de carbone. Certaines essences actuelles d'arbres ne seront pas adaptées au climat des prochaines décennies.

Face aux incertitudes, le débat sur les stratégies de gestion forestière, entre interventionnisme et promotion de la libre évolution, devra être alimenté par une **diversité d'expériences** et une **recherche active**. Une **croissance modérée de la récolte** reste néanmoins envisageable, dans le respect des écosystèmes, et en orientant la gestion en priorité vers la production de bois d'œuvre, grâce notamment à une gestion plus collective dans la forêt privée, très morcelée et parfois à l'abandon.

Nous proposons le renforcement des procédures de préemption, du droit de préférence et du « bien vacant sans maitre » ; sous strictes conditions, le recours à l'expropriation devrait même être envisageable.

La modernisation du secteur aval (scieries et industries de transformation) doit être poursuivie et les aides du Fonds chaleur devraient être élargies pour soutenir des stratégies territoriales cohérentes associant bois matériau et bois énergie. Cependant, **la ressource forestière restera insuffisante** pour satisfaire une **demande croissante** en biomasse ligno-cellulosique, stimulée à l'avenir par l'objectif d'un gaz (méthane) 100 % renouvelable (auquel doit contribuer la pyrogazéïfication) et le développement des biocarburants de 2ème génération.

De son côté, l'agriculture a désormais pris le chemin de la **méthanisation**. Avec le développement des **cultures intermédiaires à vocation énergétique** (CIVE), qui limitent érosion, lessivage des sols et pertes de carbone, l'agroécologie pénètre davantage les systèmes agricoles traditionnels. Des normes environnementales strictes – et contrôlées – devraient accompagner **une croissance rapide** de l'équipement de notre pays en méthaniseurs, sans impact sur la répartition des surfaces agricoles. La **variabilité interannuelle** de la production fourragère pourrait à l'avenir être amortie par un rôle régulateur joué par la méthanisation, en mettant à profit les importantes capacités des stockages de gaz naturel. Le bio-GNV devrait jouer un rôle significatif dans le transport lourd. Cependant, la méthanisation ne permettra pas à elle seule d'assurer le remplacement intégral du gaz naturel par du gaz renouvelable, même avec une **division par deux ou trois** de la **demande de gaz** : il faudra, en complément, recourir à la **pyrogazéïfication** et à la méthanation.

L'agriculture produit aussi des **biocarburants**. La 1ère génération (à partir de betteraves, blé, colza, etc.) est volontairement limitée (compte tenu de la concurrence avec la production alimentaire) et les ressources utilisées en France sont pour moitié importées. Mais la **2ème génération**, promue par tous les textes européens, bute à la fois sur la **ressource disponible** et sur la **maturité insuffisante** des procédés. L'utilisation croissante des biocarburants par l'aviation et la croissance prévue du trafic aérien conduisent à une **impasse** (au moins à court et moyen termes) ; pour l'éviter, il est indispensable de prendre des mesures de sobriété et de **limiter le trafic aérien**. En tout état de cause, un développement important des biocarburants de 2ème génération ne peut reposer que sur une ressource ligno-cellulosique, mais celle-ci n'est pas aujourd'hui disponible.

Ces constats témoignent d'une concurrence, entre filières et entre usages, pour l'accès à la ressource en biomasse. Une **production nouvelle** de **matière ligno-cellulosique** est attendue pour alimenter les filières du gaz renouvelable et des biocarburants.

Les marges de manœuvre existent heureusement. La lutte contre le changement climatique comme l'amélioration de la santé humaine plaident pour la **« végétalisation » de nos régimes alimentaires**. Plus de la moitié de la surface agricole utile est aujourd'hui utilisée pour nourrir les animaux d'élevage ; diminuer notre recours aux protéines animales permettrait de « libérer » **plusieurs millions d'hectares**, tout en **protégeant** les **prairies permanentes** riches en biodiversité et en carbone.

Les agriculteurs et les éleveurs qui s'engagent dans ces mutations doivent être soutenus et une **politique alimentaire** volontariste doit être inscrite dans la nouvelle stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat.

Outre le développement de cultures végétales (dont les légumineuses) et la constitution de haies ou de bosquets, la réaffectation d'une part de terres arables à des **cultures pérennes à vocation énergétique** (comme le switchgrass, le miscanthus ou, selon les contextes écologiques, des taillis à courte rotation) permettrait de produire une matière ligno-cellulosique alimentant les filières énergétiques, classiques et nouvelles.

Compte tenu de ces perspectives et de ces limites, et dans le contexte d'une **sobriété** indispensable, le développement des bioénergies nous apparaît donc comme possible et souhaitable. Mais il n'ira pas de soi. Pour élaborer les arbitrages multiples qui sous-tendront ces mutations profondes dans la durée, une gouvernance renforcée est indispensable.

L'action devra pouvoir s'appuyer sur des données pertinentes concernant la ressource – tant forestière qu'agricole – et son utilisation. Le « GIS biomasse » récemment créé (IGN, FranceAgriMer, ADEME. INRAe), associé aux observatoires régionaux et aux acteurs privés, devrait être mandaté pour élaborer un référentiel commun et animer la production des données.

La stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB) de 2018 devra être mise à jour, en dépassant l'approche « en silos » des administrations d'Etat (ministères…). Mais les grandes options nationales doivent être articulées avec une capacité d'action qui est essentiellement régionale et locale pour assurer des retombées positives dans les territoires.

Les collectivités – aux niveaux régional, départemental et intercommunal – devront veiller à la cohérence de leurs différentes interventions (entre énergie, alimentation, forêt et bois, économie circulaire, aménagement du territoire, etc.).

Les régions, dont le rôle devrait être moteur, seraient chargées de réunir **une assemblée régionale des parties prenantes** qui rassemblerait (outre les collectivités, l'Etat, l'ADEME, etc.) les organismes qui prennent en charge l'animation de terrain (auprès des agriculteurs et forestiers notamment), ces acteurs locaux étant dotés de moyens supplémentaires. L'assemblée pourrait ainsi promouvoir les initiatives locales et serait au cœur de l'élaboration de nouveaux schémas régionaux biomasse (SRB). Ces documents doivent devenir vivants et opérationnels, débouchant sur des politiques rénovées, animées et financées.

PROPOSITIONS

Trois propositions-clés sont formulées, qui sont fortement liées entre elles :

#1

Développer la ressource en biomasse-énergie tout en **renforçant la biodiversité.**

Encourager la généralisation des **cultures intermédiaires à vocation énergétique** (CIVE) et la valorisation des résidus agricoles pour un **développement accéléré de la méthanisation**.

Adopter et appliquer une **stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat** qui intègre une **baisse de notre consommation de protéines animales et de l'élevage**, ce qui « libérerait » des terres agricoles aujourd'hui consacrées à l'alimentation des animaux d'élevage.

Encourager (sous conditions) les **cultures pérennes à vocation énergétique** sur les terres arables, en complément du développement de l'agroforesterie, des haies, bosquets et de forêts nouvelles.

Expérimenter des stratégies variées de gestion forestière prenant en compte la préservation de la biodiversité et l'adaptation au changement climatique, en promouvant fortement une **gestion plus collective** de la **propriété forestière privée** et en modernisant les filières industrielles de valorisation du bois.

#2

Définir des **priorités dans les usages** de la biomasse, aux niveaux national et régional, en affirmant la nécessaire prise en compte des externalités dans les stratégies des acteurs et les interventions publiques, et en s'affranchissant des hiérarchies préétablies.

Surmonter l'**impasse** qui s'annonce à court et moyen termes sur la production de **biocarburants liquides de 2ème génération**, ce qui doit conduire à une **limitation du trafic aérien**.

Atteindre un objectif de **gaz 100 % renouvelable en 2050** et réexaminer notamment la place du **bio-GNV** aux côtés de l'électricité et de l'hydrogène pour satisfaire les besoins de **mobilité lourde**, particulièrement au sein d'écosystèmes régionaux et locaux.

#3

Renforcer la gouvernance de la biomasse aux niveaux national et régional.

Décloisonner résolument **l'organisation politique et administrative** nationale, aujourd'hui éclatée entre les ministères et organismes relevant de l'agriculture et de la forêt, de l'énergie et de l'écologie et en produisant une **nouvelle stratégie nationale de mobilisation de la biomasse** (SNMB) en même temps que la nouvelle stratégie nationale bas-carbone (SNBC 3).

Créer dans chaque région une **assemblée des parties prenantes** à géométrie variable réunissant tous les acteurs réellement intéressés, pour débattre des priorités et des actions à engager, et leur donner les moyens de l'**animation des réseaux locaux** au service du développement de la ressource en biomasse dans le respect des écosystèmes.

Cette note est issue des travaux d'un groupe de travail réuni dans le cadre de **La Fabrique Ecologique** en 2023 puis pour la version définitive à l'été 2025.

Signataires

- **Christian COUTURIER**, *Directeur, SOLAGRO*
- **François DEMARCQ,** *ingénieur général des mines honoraire, responsable thématique énergie à La Fabrique Ecologique, Président du groupe de travail*
- **Géraud GUIBERT**, *Président d'honneur de La Fabrique Ecologique*
- **Laurent SIMON**, *professeur émérite, Université Paris I Panthéon-Sorbonne, responsable thématique biodiversité à La Fabrique Ecologique*

Conformément aux règles de La Fabrique Ecologique, seuls les signataires de la note sont engagés par son contenu. Leurs déclarations d'intérêts sont disponibles sur demande écrite adressée à l'association.

Personnes auditionnées dans le cadre des travaux

- **Claire TUTENUIT** *(CESE, Conseil économique, social et environnemental)*
- **Jérôme MOUSSET et Nicolas TONNET** *(ADEME, Agence de la transition écologique)*
- **Bertrand MATHAT** (*Syndicat Interterritorial pour l'Habitat et la Maîtrise de l'Energie - Gironde-sur-Dropt - Dordogne)*
- **Rauna BARTH (***Territoire d'énergie - Lot-et-Garonne)*
- **Olivier DAVID** *(Direction générale de l'énergie et du climat – Ministère de la transition énergétique)*
- **Olivier DAUGER** (FNSEA, *Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles)*

Grands Témoins

Lors de l'Atelier Co-Ecologique relatif à cette Note sont intervenus **Philippe MAUGUIN,** *Président-directeur général, INRAE, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement* et **Pierre-Marie AUBERT,** *Directeur du programme Politiques agricoles et alimentaires, IDDRI, Institut du développement durable et des relations internationales.*

Relecture

Cette note a été discutée par le Comité de lecture de La Fabrique Ecologique, composé de **Nicolas Blanc, Gildas Bonnel, Elyne Etienne, Géraud Guibert, Sandrine Maïsano, Guillaume Sainteny et Lucile Schmid**.

Elle a enfin été validée par le Conseil d'administration de La Fabrique Ecologique.

Conformément aux règles de La Fabrique Ecologique, la note a été ouverte jusqu'au mois de septembre 2025 aux commentaires, propositions d'amendements et de modifications, soit sur le site de l'association (www.lafabriqueecologique.fr), soit par courriel adressé à l'association. La version définitive, présentée ci-dessous, prend en compte en outre les remarques formulées lors de l'atelier co-écologique organisé le 7 décembre 2023, et intègre quelques mises à jour d'ordre factuel. La Fabrique Ecologique tient à remercier l'ensemble des contributeurs pour leurs remarques et commentaires avisés qui ont permis d'améliorer et d'amender cette publication.

Sommaire

Introduction **2**

I. Les bioénergies, ou comment ne pas dépendre uniquement de l'électricité **3**

I. La biomasse : renouvelable et durable ? 3

II. La biomasse : un rôle essentiel dans les mix énergétiques du futur 5

II. Au-delà des limites à la ressource, un développement souhaitable qui suppose de vraies priorités **7**

I. La production forestière face au changement climatique : le défi d'une gestion à repenser 8

II. La biomasse d'origine agricole : des évolutions majeures vers l'agroécologie, la baisse de l'élevage et un nouveau partage des terres, mais une impasse sur les biocarburants liquides 10

A. La biomasse liquide 12

B. La biomasse gazeuse 13

C. La production de matériaux ligno-cellulosiques sur les terres agricoles 16

III. L'indispensable renforcement de la gouvernance aux niveaux national et local **18**

I. Prendre en compte les externalités : une responsabilité partagée par tous les acteurs 18

II. Des priorités claires dans les interventions publiques 19

III. Renforcer le système de collecte de données et leur mise à disposition 20

IV. Pour une assemblée régionale des parties prenantes appuyée sur des moyens nouveaux 20

Conclusion **22**

Annexe **23**

Liste des abréviations **24**

Introduction

Après beaucoup d'atermoiements et avec un long retard par rapport au calendrier fixé par la loi, la révision de notre stratégie énergétique et climatique et les décisions correspondantes sont aujourd'hui au cœur de l'actualité politique[1]. Une exigence très forte devrait structurer le débat mais passe parfois au second plan : atteindre nos objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans les prochaines décennies et la « neutralité carbone » en 2050, tout en stoppant l'érosion de la biodiversité.

Au-delà de la sobriété et de l'efficacité énergétiques, composantes incontournables – à différents degrés – de tous les scénarios, il est aujourd'hui essentiel que les discussions, plutôt que de se focaliser sur la meilleure manière de produire davantage d'électricité, donnent une juste place à la thématique de la biomasse, une source d'énergie majeure et « multiusages » insuffisamment prise en compte dans le débat public.

Plusieurs rapports ont certes été publiés récemment sur la biomasse[2] ; mais il nous a semblé qu'il était utile de proposer une réflexion propre sur quelques enjeux parmi les plus importants soulevés par la biomasse-énergie, afin qu'ils soient au cœur des débats et des décisions, au-delà même de la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie.

Tel est l'objet de cette note qui, tout en restant brève, a un double objectif : rappeler ce qu'est la biomasse et à quoi elle peut servir en tant que source d'énergie ; mettre en lumière les limites et les arbitrages nécessaires et expliciter quelques messages simples pour une prise en compte raisonnée et partagée des bioénergies dans les politiques publiques.

[1] Le gouvernement a organisé fin 2024 puis au printemps 2025 des consultations publiques sur de nouvelles versions de la stratégie nationale bas carbone (SNBC) – voir https://concertation-strategie-energie-climat.gouv.fr/les-grands-enjeux-de-la-snbc-3 -, de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) - voir https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/consultation-du-public-sur-le-projet-de-troisieme-a3142.html - et du plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) – voir https://www.ecologie.gouv.fr/rendez-vous/plan-national-dadaptation-changement-climatique-ouverture-consultation-publique. Ces projets sont établis en cohérence globale avec un document traçant les grands axes de la stratégie française pour l'énergie et le climat (SFEC) et publié en novembre 2023 – voir https://www.ecologie.gouv.fr/presse/strategie-francaise-lenergie-climat. En parallèle, une proposition de loi est en cours de discussion au Parlement.

[2] On citera notamment :
INRAe et INRAe Transfert - Impacts environnementaux et enjeux technico-économiques et sociétaux associés à la mobilisation de biomasse agricole et forestière pour la production d'énergie en France à l'horizon 2050 – Etude bibliographique - Rapport final juillet 2023
N.B. Cette étude bibliographique contient elle-même une liste extrêmement complète des études scientifiques utiles au domaine.
Entreprises pour l'environnement – ADEME – BPI France – Caisse des dépôts – CVT AllEnvi – IDDRI – « La ruée vers l'or vert – Quelle gouvernance de la biomasse ? » – Actes des débats novembre-décembre 2020
Conseil économique, social et environnemental – « Quels besoins de gouvernance pour les différents usages de la biomasse ? » – mai 2023
Commission de régulation de l'énergie – Comité de prospective - Rapport du groupe de travail 1 - « La biomasse et la neutralité carbone » - mars 2023
Voir également infra une liste de rapports spécifiques sur la forêt et le bois.

I. Les bioénergies, ou comment ne pas dépendre uniquement de l'électricité

I. La biomasse : renouvelable et durable ?

La notion de biomasse est différente selon qu'on retient une définition issue de l'écologie ou celle des énergéticiens (voir encadré). En tant que source d'énergie renouvelable, et à l'heure où un développement rapide de ses usages est envisagé, la biomasse voit son caractère de durabilité questionné.

Définitions de la biomasse

Le terme de biomasse désigne, dans le domaine de l'énergie, toute matière organique renouvelable, quelle qu'en soit l'origine, pouvant être transformée dans une forme d'énergie exploitable par les sociétés humaines.

Elle fait l'objet d'une définition légale au niveau européen et au niveau national, par exemple dans le Code de l'énergie : « *La biomasse est la fraction biodégradable des produits, des déchets et des résidus d'origine biologique provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales, de la sylviculture et des industries connexes, y compris la pêche et l'aquaculture, ainsi que la fraction biodégradable des déchets, notamment les déchets industriels ainsi que les déchets ménagers et assimilés lorsqu'ils sont d'origine biologique* ».

En écologie, la biomasse désigne la masse totale des organismes vivants. Il existe un rapport étroit entre **biomasse** et **énergie**, puisque toute biomasse est une forme d'énergie. On parle de « **matière organique** » car les plantes, via la photosynthèse alimentée par l'énergie solaire, organisent le gaz carbonique (fournisseur de carbone) et l'eau (fournisseur d'hydrogène) sous forme de glucides, lipides et protides, qui constituent l'ensemble des matières vivantes. C'est la rupture des liaisons atomiques ainsi créées entre carbone et hydrogène, par oxydation (combustion) ou fermentation (digestion), qui restitue cette énergie sous forme de calories alimentaires et des différentes variétés de bioénergies. Il est donc plus judicieux d'utiliser le terme de **bioénergies** pour désigner les usages énergétiques de la biomasse. Par ailleurs le terme de biomasse est parfois utilisé dans certains milieux professionnels pour désigner les seules biomasses solides.

La biomasse « primaire » est celle qui est produite par les écosystèmes naturels ou cultivés, forêt, agriculture et espaces verts. La biomasse « secondaire » est issue des premières étapes de transformation de la biomasse récoltée, par exemple les connexes de scierie ou les sous-produits des industries agroalimentaires. Enfin la biomasse « tertiaire » comprend l'ensemble des biomasses en fin de vie : biodéchets des ménages, des entreprises, déchets de bois en fin de vie, effluents industriels et municipaux.

Le caractère renouvelable des énergies carbonées, toutes issues de la production de biomasse végétale, dépend de la durée du cycle de renouvellement de la biomasse et des conditions de sa production. Les énergies fossiles sont issues de la décomposition des végétaux produits il y a des millions d'années mais ne sont pas comptabilisées comme de la biomasse, de même que la tourbe dont le cycle est de l'ordre du millénaire. En revanche, le bois issu de la déforestation ou de la surexploitation de certaines forêts est en général comptabilisé dans la biomasse.

De plus, le caractère renouvelable de la biomasse ne garantit pas automatiquement sa durabilité. Les controverses de ces dernières décennies ont mis en lumière plusieurs sujets d'interrogation.

Ainsi, le **changement d'affectation des sols indirect** (CASI) désigne le phénomène par lequel le fait de dédier des surfaces cultivées à la production de bioénergies conduit *in fin*e à augmenter les surfaces agricoles ailleurs dans le monde pour compenser la perte de production à des fins alimentaires. En fait, certains contestent l'existence de ce phénomène et considèrent que le développement des cultures énergétiques peut être compensé par une augmentation de la productivité agricole. Pour les autres, les surfaces agricoles mondiales n'étant pas extensibles, le CASI est inéluctable et le développement des cultures énergétiques conduit nécessairement à de la déforestation quelque part dans le monde. Le phénomène de CASI n'est pas directement observable et le débat voit s'affronter des modèles macroéconomiques.

Par ailleurs, le **bilan carbone** des bioénergies dépend du temps que met la biomasse à repousser. La biomasse utilisée à des fins énergétiques est composée essentiellement de la ressource en bois (forêts, etc.) et de produits et sous-produits agricoles. Pour les cycles courts annuels (agriculture), le gaz carbonique émis lors de la combustion est égal à la quantité de CO_2 capté par la photosynthèse dans l'année écoulée, le bilan carbone est neutre. La biomasse qui se substitue à une énergie fossile présente donc un impact climatique positif. Pour des cycles longs comme celui de la forêt, l'approche est nécessairement plus complexe. Il s'agit de comparer différentes stratégies de gestion, avec des niveaux de prélèvements et des modes d'exploitation différents. Un niveau bas de prélèvement (par rapport à la production naturelle de biomasse par la photosynthèse) conduit à stocker plus de carbone dans l'écosystème forestier ; un niveau haut permet de substituer davantage de bois à des matériaux « énergivores » ou d'économiser de l'énergie fossile. La première option présente un meilleur bilan carbone si on considère un temps court, une forêt jeune avec d'importantes capacités de croissance, et des contraintes climatiques et sanitaires faibles. La seconde option sera au contraire préférable du point de vue du bilan carbone si l'on raisonne sur un temps long, avec un massif dont la croissance ralentit, et soumis à des pressions sanitaires ou des risques d'incendie élevés (qui peuvent être aggravés par un risque d'inadaptation progressif du peuplement au changement climatique)[3].

Enfin, il est clair que les conditions de production de la biomasse, agricole comme forestière, ont un impact plus ou moins fort sur la **biodiversité**. Une agriculture ou une exploitation forestière intensives peuvent avoir des impacts négatifs[4], mais l'introduction de haies, l'agroforesterie, l'implantation de cultures pérennes à vocation énergétique sur des terres arables ou la pratique raisonnée d'éclaircies en forêt peuvent utilement contribuer au maintien ou à un enrichissement de la biodiversité. Produire des bioénergies en forêt participe par exemple au financement des opérations de sylviculture orientées vers la production de bois matériau, de travaux sanitaires ou de prévention des incendies. La valorisation du bois de haies pour le chauffage favorise leur conservation. La méthanisation des cultures intermédiaires est un facteur d'encouragement à cette pratique agroécologique. L'implantation de cultures pérennes comme les taillis à courte rotation pour du traitement d'eau usées ou la protection

[3] Cette situation contrastée et complexe nourrit, à côté de considérations sur la préservation de la biodiversité et sur l'économie des territoires ruraux, un débat sur les stratégies d'exploitation forestière qui est loin d'être tranché, y compris parmi les spécialistes et les scientifiques (voir ci-dessous).

[4] En ce qui concerne la forêt, les coupes rases sur des surfaces importantes sont en général dénoncées comme conduisant à un appauvrissement de la biodiversité et à un déstockage du carbone des sols. Le maintien d'une riche biodiversité passe également par l'abandon sur les parcelles coupées d'une part de bois mort qui servira de gîte à de nombreux organismes.

des aires d'alimentation des captages d'eau potable est également un exemple de synergie entre la production de bioénergie et d'autres fonctions agronomiques ou écologiques. Cependant, de multiples questions scientifiques complexes ne sont pas résolues, ce qui nourrit souvent des controverses et des débats parfois vifs au sein de la société civile entre les partisans d'une intervention humaine minimale et les « gestionnaires » qui mettent en avant les bénéfices que certaines pratiques peuvent présenter pour la société et pour l'environnement.

En Europe, la directive RED II sur les énergies renouvelables fixe des exigences de durabilité à l'utilisation des bioénergies en termes d'efficacité énergétique, de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de pérennité des puits de carbone, et d'impact sur la biodiversité[5].

II. La biomasse : un rôle essentiel dans les mix énergétiques du futur

Les principales sources d'énergie décarbonée à disposition sont l'énergie électrique d'origine nucléaire ou renouvelable (hydraulique, éolien, photovoltaïque) et la biomasse (dans le cadre d'une exploitation « durable »)[6]. L'utilisation de la biomasse est par ailleurs, en fonction de sa gestion (voir ci-dessus), intimement liée au stockage de carbone, lui-même au cœur de l'objectif de « neutralité carbone »[7] défini par l'accord de Paris[8]. Elle constitue de fait un élément essentiel du « bouclage » des bilans énergétiques dans cette perspective.

Les trajectoires à établir visent les court, moyen et long termes, avec des horizons notamment à 2030 et 2050, car certaines des mesures structurelles doivent être prises dès maintenant mais ne produiront leur plein effet qu'à long terme. Cependant, les virages à prendre sont nombreux et souvent difficiles ; c'est pourquoi les décisions ambitieuses qu'il faut prendre maintenant ont vocation à être régulièrement revisitées et ajustées à la lumière des évènements, des évolutions technologiques et économiques, des succès et des échecs.

Dans ce contexte, les responsables des politiques énergétiques cherchent à apprécier la possibilité d'augmenter le recours aux différentes ressources en biomasse, tout en accroissant le stockage de carbone, en préservant la biodiversité et en assurant l'adaptation de l'agriculture et des forêts au changement climatique. Poursuivre l'ensemble de ces objectifs simultanément exige d'adopter une approche systémique impliquant de nombreux acteurs (aux intérêts éventuellement divergents) au sein des professions concernées, de la société civile et des représentants des différentes échelles de territoires concernés.

La France, comme l'Union européenne et de nombreux autres pays, est engagée dans un mouvement très ambitieux d'électrification des usages[9] afin de décarboner son économie. Cependant, l'électricité ne représente aujourd'hui qu'un peu plus de 25 % de l'énergie finale consommée sur notre territoire. En particulier, les usages « chaleur » et « mobilité » tiennent une grande place dans la consommation finale d'énergie et l'électricité n'est pas toujours le moyen le plus efficace de substitution[10]. La biomasse

[5] Voir Ministère chargé de l'écologie, Durabilité des bioénergies - septembre 2023 : https://www.ecologie.gouv.fr/durabilite-des-bioenergies. La directive RED II (directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables), entrée pleinement en application en 2023, fixe le vocabulaire et les exigences – notamment de traçabilité - concernant la durabilité de la biomasse. Elle est complétée par la directive RED III [directive (UE) 2023/2413 du Parlement européen et du Conseil du 18 octobre 2023 modifiant la directive (UE) 2018/2001, le règlement (UE) 2018/1999 et la directive 98/70/CE en ce qui concerne la promotion de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, et abrogeant la directive (UE) 2015/652 du Conseil].

[6] On peut bien sûr ajouter le solaire thermique ou la géothermie, mais ces sources n'offrent pas le même potentiel en termes quantitatifs compte tenu des contraintes liées aux usages.

[7] En France, la loi du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat a défini la neutralité carbone comme « un équilibre, sur le territoire national, entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre ».

[8] La France et l'Union européenne sont engagés à atteindre la neutralité carbone en 2050.

[9] notamment pour la mobilité avec les véhicules électriques et pour le chauffage des bâtiments avec les pompes à chaleur

[10] Ce n'est en général pas le cas des applications par effet Joule ; les pompes à chaleur, plus intéressantes, connaissent quant à elles des limites pratiques, par exemple en rénovation de l'habitat, et technologiques pour les températures élevées (industrie).

– aujourd'hui première source d'énergie renouvelable dans notre pays – satisfait d'ores et déjà une partie significative des besoins en chaleur et son rôle peut être accru, notamment par le développement des réseaux de chaleur. Il apparaît par ailleurs prudent, dans notre politique de décarbonation, de **ne pas miser uniquement sur l'électricité** (ou sur l'hydrogène décarboné, qui en est un avatar[11]), compte tenu notamment des incertitudes sur la disponibilité future du parc nucléaire[12] et d'un développement qui reste insuffisant des énergies renouvelables électriques. Les contraintes prévisibles concernant l'approvisionnement en métaux critiques pour les batteries ou les piles à combustibles[13] incitent également à une telle prudence.

De fait, la grande majorité des scénarios de prospective énergétique accordent une place accrue aux bioénergies, qu'il s'agisse d'exercices nationaux, comme pour les scénarios développés dans le cadre de la stratégie nationale bas carbone (SNBC)[14] ou les scénarios « Transitions 2050 » de l'ADEME[15], des scénarios européens comme ceux qui ont servi à élaborer la stratégie « Fit for 55 » de l'Union ou encore des scénarios à l'échelle mondiale élaborés notamment par le GIEC.

Ainsi, à titre d'illustration, les scénarios à l'échelle mondiale qui permettent de limiter le réchauffement à moins de 1,5°C mobilisent plus de 100 EJ16 de biomasse en 2050, soit le double de la valeur actuelle (voir figure ci-dessous).

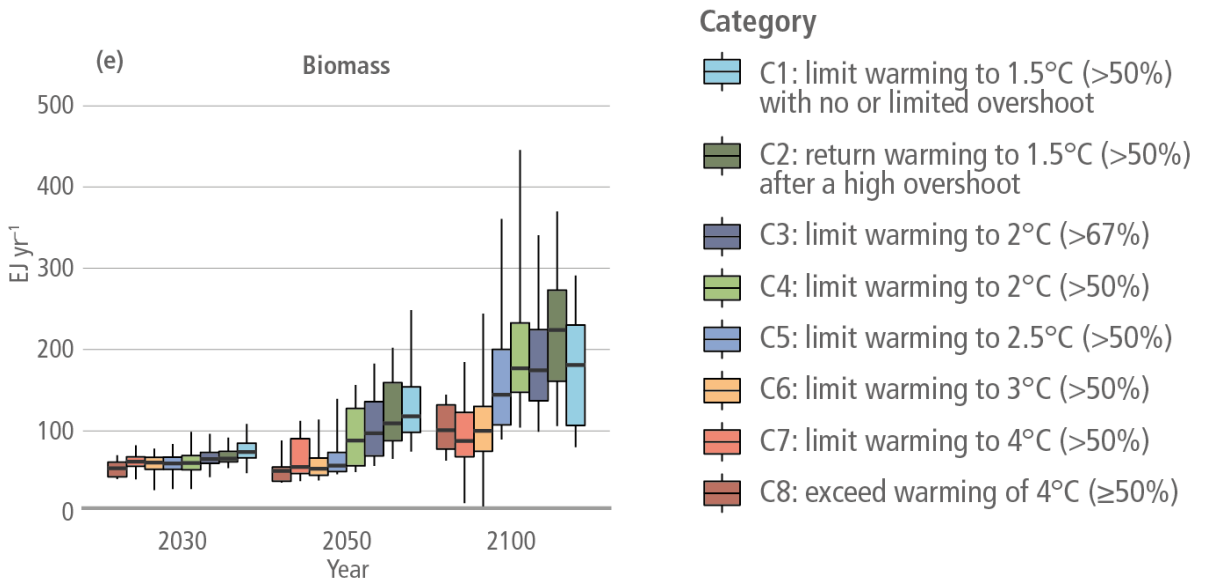

Figure : Contributions de la biomasse à la production mondiale d'énergie en 2030, 2050 et 2100 selon différents scénarios (source : GIEC – rapport d'évaluation n°6 – groupe de travail III – chap.3 - Fig-3.22. – version en langue anglaise). Les barres noires indiquent la valeur médiane des scénarios de chaque catégorie : ainsi, dans la catégorie C1 des scénarios qui limitent le réchauffement à 1,5°C avec un dépassement nul ou limité, la valeur médiane des bioénergies en 2050 est de 120 EJ, soit le double de la valeur actuelle, et la moitié des scénarios se situent entre 100 et 150 EJ.

Cette pénétration accrue de la biomasse dans les bilans énergétiques s'appuie sur des données économiques dont quelques-unes, relatives à France, sont rappelées en annexe.

[11] L'hydrogène décarboné est produit par électrolyse de l'eau à partir d'électricité décarbonée. Lorsqu'il est utilisé par transformation inverse en électricité dans des piles à combustible, la chaîne présente un rendement limité à environ 30 % mais assure une forme de stockage de l'électricité permettant d'éviter le recours à des batteries.

[12] En particulier, les travaux de modernisation liés à la prolongation au-delà de 40 ans de l'exploitation des réacteurs vont entraîner des indisponibilités pendant toute la période correspondante (sans compter les risques de défauts génériques liés au vieillissement des installations qui peuvent engendrer des réparations encore non programmées).

[13] Les piles à combustibles permettront aux véhicules à hydrogène de transformer ce dernier en électricité nécessaire à la propulsion. Les batteries actuelles utilisent du cobalt, du manganèse, du nickel et du lithium, les piles à combustibles du platine.

[14] Voir : SGPE - La planification écologique dans l'énergie - 12 juin 2023 – Document de travail

[15] Voir : transitions2050.ademe.fr

[16] EJ : exajoules ou 10^{18} Joules ou milliards de milliards de Joules. 1EJ =277,78 TWh.

II. Au-delà des limites à la ressource, un développement souhaitable qui suppose de vraies priorités

Nous évoquerons ici principalement les projections du gouvernement utilisées dans le cadre de la préparation de la stratégie française pour l'énergie et le climat (SFEC) et de la troisième version de la stratégie nationale bas carbone (SNBC 3) comme de la troisième programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE 3)[17]. Les principales informations sont disponibles dans les documents publiés par le Secrétariat général à la planification écologique (SGPE) et le ministère chargé de l'énergie[18]. L'objectif ne sera pas ici d'examiner en détail les hypothèses chiffrées, contestables par construction, mais – au vu des ordres de grandeur et des hypothèses sous-jacentes - de mettre en évidence les principaux choix à effectuer et de s'interroger sur la pertinence des arbitrages proposés.

Comme on le verra ci-dessous, de nombreuses utilisations existent potentiellement pour les différentes formes de biomasse, mais **une priorisation s'impose entre les usages** (certains pouvant être considérés comme prioritaires, d'autres comme non prioritaires et certains comme soumis à une discussion plus approfondie, notamment compte tenu des contextes locaux[19]) – priorisation qui peut être réajustée régulièrement. En effet, les choix sont nécessairement contraints, à long terme, par des limites sur la ressource disponible (et sur l'économie des filières envisagées) et, à court terme, par les délais nécessaires à la massification des filières. De plus, certaines filières mobilisées dans les différents scénarios de prospective n'ont pas atteint un stade de maturité industrielle, ce qui crée un doute sur la vitesse (ou même la faisabilité) de leur déploiement. Enfin, le **développement envisagé des bioénergies**, s'il doit être associé à un **renforcement de la biodiversité** et à l'adaptation de nos écosystèmes au changement climatique, suppose des changements de pratiques dans la gestion forestière et dans l'agriculture. Nous verrons qu'il devra conduire à poser plus globalement les questions du partage des terres, de notre régime alimentaire et de la gestion forestière. Il n'en reste pas moins **possible et souhaitable**.

Nous examinerons successivement les ressources issues de la forêt[20] et celles issues de l'agriculture, avec les usages correspondants (actuels et envisagés à l'avenir).

[17] La SNBC 3 et la PPE 3 devaient initialement couvrir les périodes 2024-2028 et 2029-2033, tout en s'appuyant sur un scénario à 2050, mais les documents en cours de discussion privilégient les échéances de 2030 et 2035, plus en phase avec les engagements internationaux et européens.
[18] SGPE - La planification écologique dans l'énergie - 12 juin 2023 – Document de travail – *op.cit.*
SGPE – Tableau de bord de la planification écologique – juillet 2023
SGPE - « Mieux agir – La planification écologique - synthèse du plan – septembre 2023 »
Projets de PPE 3 et de SNBC 3 déjà cités.
[19] Le projet de programmation pluriannuelle de l'énergie de mars 2025 propose pour sa part quatre classes : usages non énergétiques, prioritaires sur les usages énergétiques ; usages énergétiques à considérer en priorité ; usages énergétiques à développer raisonnablement et sous conditions ; usages dont le développement est à modérer. Cependant, la priorisation peut se traduire de manières très diverses, allant d'un ciblage des crédits publics jusqu'à – en dernier ressort – des interdictions. Voir également le chapitre 3 ci-après.
[20] Il s'agit du bois produit en forêt. Les autres ressources en bois, qui constituent le « bois hors forêt », vient notamment des haies, des alignements d'arbres, de l'agroforesterie, etc. Ces ressources seront évoquées au paragraphe sur l'agriculture.

I. La production forestière face au changement climatique : le défi d'une gestion à repenser

Les maux dont souffrent la forêt française et la filière bois sont connus de longue date (morcellement de la forêt privée, difficultés d'exploitation liées à la topographie, manque de compétitivité des scieries et de l'industrie de transformation, etc.). Cependant, les crises écologiques du climat et de l'effondrement de la biodiversité obligent à considérer l'avenir de manière nouvelle, dans un contexte de très fortes incertitudes, liées notamment à l'inadaptation de nos forêts au changement climatique[21].

La récolte actuelle de bois en forêt est largement inférieure à l'accroissement brut de la biomasse forestière (exprimés en équivalent-CO_2, 50 Mt[22] contre 137 Mt - chiffres 2019). L'écart tend cependant à se réduire en raison du changement climatique : la production brute de biomasse en forêt par la photosynthèse est ralentie par l'augmentation des températures et du stress hydrique, et la mortalité augmente au sein des peuplements d'arbres (vulnérabilité de peuplements fragilisés aux attaques d'insectes, extension de l'aire des incendies de forêts, fréquence et intensité des tempêtes)[23]. Une récolte additionnelle à moyen et long termes, qui semble malgré tout possible dans des proportions modestes (notamment pour les feuillus)[24], doit reposer sur la priorité donnée à la production de bois d'œuvre (dont les co-produits ou « connexes » peuvent donner du bois-énergie ou du bois d'industrie[25]), ainsi qu'à la récolte des bois sinistrés[26] et aux éclaircies, dans le cadre d'une gestion forestière respectueuse des écosystèmes et qui anticipe les effets du changement climatique (en particulier avec un choix d'essences adaptées au climat futur et à la ressource en eau). Pour la mise en œuvre effective de cette démarche, il convient notamment d'éviter de créer une demande de bois énergie excessive dans certains territoires par la création d'installations trop nombreuses ou de taille excessive[27].

Face aux fortes incertitudes en matière de gestion forestière, qui nourrissent des positions très contrastées au sein de la société, les stratégies devraient s'orienter vers une diversification des pratiques, y compris parfois sur un même massif, allant de la libre évolution intégrale (aucun prélèvement)[28] au renouvellement intégral (qui suppose un prélèvement total du bois avant replantation). Il ne faut en effet céder à aucun dogmatisme (celui de la gestion intensive généralisée comme celui de la non-intervention) et faire émerger des initiatives différenciées et multiples, qu'il

[21] Parmi les multiples rapports et notes sur ces sujets, voir notamment les plus récents :
La Fabrique écologique - « Quel rôle pour la forêt dans la transition écologique en France ? » - Note – avril 2019
Roux A., Dhôte J.-F. (Coordinateurs), Achat D., Bastick C., Colin A., Bailly A., Bastien J.-C., Berthelot A., Bréda N., Caurla S., Carnus J.-M., Gardiner B., Jactel H., Leban J.-M., Lobianco A., Loustau D., Meredieu C., Marçais B., Martel S., Moisy C., Pâques L., Picart-Deshors D., Rigolot E., Saint-André L., Schmitt B. (2017). Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique ? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050. Rapport d'étude pour le Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, INRA et IGN, 101 p. + 230 p. (annexes)
« La forêt et la filière bois à la croisée des chemins : l'arbre des possibles » par Anne-Laure Cattelot, Députée du Nord – Assemblée Nationale - juillet 2020
« La structuration de la filière forêt-bois, ses performances économiques et environnementales » - Cour des comptes – avril 2020
« Vers une planification de la filière forêt-bois » - France Stratégie – Note d'analyse n° 120 – juillet 2023

[22] Mt = millions de tonnes

[23] C'est pourquoi les hypothèses de récolte et de croissance du puits de carbone forestier prises dans la SNBC 2 ne sont pas reconduites dans le projet de SNBC 3.

[24] Dans les travaux préparatoires à la SNBC 3, il a été envisagé de porter progressivement la récolte de 55 millions de m^3 en 2019 à 63 millions de m^3 à partir de 2030 (ou de 50 à 57 Mt CO_2-eq). Cependant, le document de travail du SGPE du 12 juin 2023 (*op. cit.*) mentionnait une « forte sollicitation de la biomasse forestière » pour la production d'énergie (dont la contribution passerait de 72 TWh en 2019 à 84 TWh en 2030). Le projet de PPE 3 de mars 2025 prévoit une croissance de la consommation de « biomasse solide » (non limitée à la production forestière) de 110,7 TWh en 2022 à 120 TWh en 2030 puis une fourchette de 120 à 153 TWh en 2035.

[25] Bois d'industrie : utilisé pour la fabrication de panneaux de particules, de papier, etc.

[26] Bois mort susceptible d'être récolté rapidement après les tempêtes, canicules et sécheresses, attaques d'insectes et incendies.

[27] C'est notamment le rôle des « cellules biomasse » régionales, qui réunissent des représentants des directions régionales de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt (DRAAF), des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) et de l'agence de la transition écologique (ADEME) ; mais celles-ci peuvent manquer des données nécessaires, notamment quant à la récolte et à sa destination (cf. chapitre 3 ci-dessous).

[28] La libre évolution d'espaces naturels devrait progressivement concerner 10 % du territoire national ; la part à réserver en forêt, non déterminée à ce jour, devrait être significative.

faudra instrumenter au plan scientifique pour en tirer des enseignements à moyen et long termes en matière de gestion forestière.

A court terme, deux actions apparaissent prioritaires :

- **améliorer la gestion forestière en forêt privée et en forêt communale**

Les trois-quarts de la surface forestière française sont privés et les parcelles de moins de 25 ha[29] échappent à toute obligation de gestion. Même si une partie d'entre elles pourraient, dans des zones d'intérêt écologique, rester en libre évolution, soumettre les autres à une gestion encadrée par des bonnes pratiques apporterait des gages permettant d'éviter à l'avenir, en cas de prix élevé de l'énergie, des décisions soudaines et néfastes de mise en coupe rase. **Il est proposé d'encourager fortement**, en modulant notamment les avantages fiscaux, **la gestion en commun des petites parcelles**, sous réserve du respect de conditions écologiques strictes, d'étendre les possibilités de **préemption** existantes, ainsi que le droit de préférence[30], et de promouvoir l'usage de la **procédure du « bien vacant sans maître »**. Il pourrait même être envisagé – dans certains cas d'intérêt public majeur bien encadrés par la loi – de permettre des expropriations au bénéfice des communes, des intercommunalités ou de certaines agences publiques (mandatées pour mettre en œuvre des démarches territoriales de gestion)[31] afin de constituer des entités forestières de taille suffisante tout en offrant des garanties d'une gestion équilibrée de la ressource[32] ; les limitations qui seraient apportées par la loi au droit de propriété devant rester proportionnées à la contribution à l'intérêt public que constitue la lutte contre le changement climatique et pour la biodiversité.

En parallèle, certaines forêts communales, qui échappent de fait au régime forestier (contrairement à ce que prévoit la loi), pourraient également voir leur gestion améliorée.

- **moderniser les scieries et l'industrie aval, élargir les aides publiques vers le bois d'œuvre**

L'exportation de grumes françaises, au détriment de leur transformation sur place, et le déficit de la balance des paiements du secteur, sont le résultat d'un manque de compétitivité de l'outil industriel français ; une **action continue de soutien à la modernisation** de ce secteur est indispensable[33]. Pour assurer la priorité à donner au bois d'œuvre (dont les connexes peuvent donner du bois-énergie)

[29] 98 % des 3,5 millions de propriétaires privés possèdent moins de 25 ha mais représentent 55 % de la forêt privée française (soit 5 Mha). Un plan simple de gestion (PSG) était obligatoire à partir de 25 ha, mais la loi du 10 juillet 2023 visant à renforcer la prévention et la lutte contre l'intensification et l'extension du risque incendie a abaissé le seuil à 20 ha.

[30] Le droit de préférence donne une priorité d'achat aux propriétaires forestiers voisins lors de la vente d'une parcelle boisée de moins de 4 ha, de manière à faciliter le regroupement de parcelles contiguës.

[31] Des démarches de gestion territoriale existent à travers des « chartes forestières de territoire » ou dans certains parcs naturels régionaux. L'Office national des forêts (ou une agence nationale des forêts issue de son regroupement avec le Centre national de la propriété forestière), ou de nouvelles entités constituées à l'échelle régionale ou à celle des territoires (qui pourraient s'inspirer des offices fonciers ou des conservatoires régionaux d'espaces naturels), pourraient se voir confier cette tâche, dans le cadre d'une gouvernance territoriale renouvelée (cf. le chapitre 3).

[32] Voir aussi les propositions du rapport de la mission d'information sur « l'adaptation au changement climatique de la politique forestière et la restauration des milieux forestiers », Assemblée Nationale, Commission du développement durable et de l'aménagement du territoire, mai 2023 :
Proposition n° 24 : Abaisser à 20 hectares le seuil obligatoire des plans simples de gestion (PSG) [réforme réalisée] et introduire de nouveaux volets obligatoires dans les documents de gestion durable […], notamment en ce qui concerne la biodiversité, l'adaptation au changement climatique et la lutte contre les incendies.
Proposition n° 27 : Renforcer les exigences de gestion durable des forêts comme condition obligatoire pour la constitution de nouveaux groupements d'intérêt économique et environnemental forestier (Gieef).
Proposition n° 28 : Expérimenter la mise en place de plans de gestion collectifs par massif forestier ayant notamment pour objectif de favoriser l'adaptation des forêts au changement climatique.
Proposition n° 29 : Étendre le droit de préemption des collectivités publiques et de l'État dans un souci de préservation du couvert forestier et de gestion durable des forêts.

[33] Voir notamment « La forêt et la filière bois à la croisée des chemins : l'arbre des possibles » par Anne-Laure Cattelot, Députée du Nord, *op. cit.*, Recommandation n° 18 : « Soutenir l'innovation et favoriser l'investissement des scieries et des industries de la transformation pour qu'elles se modernisent, gagnent en compétitivité et soient adaptées à la forêt française telle qu'elle est et telle qu'elle sera demain »

dans la gestion forestière et reconnaître l'intérêt en termes de stockage de carbone des « produits bois », il est proposé d'**élargir les aides** à la biomasse énergie, apportées notamment par le « Fonds chaleur » géré par l'ADEME, à des actions de soutien à des **schémas d'équipement** coordonné **proposés par les territoires** et associant les scieries, les industries de transformation et l'utilisation énergétique du bois[34].

La croissance de la surface de la forêt française, déjà rapide (14 Mha[35] en 1980, 17 Mha aujourd'hui), va très probablement continuer, mais l'effet sur la récolte possible est différé. La reconquête naturelle par la forêt d'espaces agricoles délaissés peut être orientée par des plantations d'essences qu'on suppose adaptées au changement climatique. Certaines conversions de peuplements dégradés peuvent être réalisées dans le même esprit, par exemple dans le cadre du **programme gouvernemental de plantation d'arbres**, mais il faudrait que les **priorités et modes d'intervention** sur le terrain puissent être **débattus régionalement et adaptés aux réalités locales, dans le respect d'un socle de conditions préservant la biodiversité** (limitation des surfaces unitaires mises en coupes rases, pluralité des essences, etc.). **Il est donc proposé que les futurs appels à projets de l'ADEME évoluent dans ce sens**, dans le cadre d'une gouvernance rénovée (voir ci-après la troisième partie de la note).

Cependant, la récolte en forêt ne sera pas suffisante pour permettre d'augmenter significativement la ressource en bois (ou plus largement en matériaux ligno-cellulosiques) nécessaire à la satisfaction des besoins futurs. En effet, l'appel à cette ressource pourrait croître fortement dans les prochaines années pour produire des **biocarburants liquides de 2ème génération** ou du **méthane** (voir ci-après), ce qui ne sera pas possible sans introduction de nouvelles productions adaptées. Il est possible, en complément de la production forestière, de se tourner à cet effet vers l'utilisation de terres aujourd'hui consacrées à l'agriculture (voir paragraphe suivant).

II. La biomasse d'origine agricole : des évolutions majeures vers l'agroécologie, la baisse de l'élevage et un nouveau partage des terres, mais une impasse sur les biocarburants liquides

L'agriculture fournit aujourd'hui la matière première des biocarburants de 1ère génération[36] incorporés aux essences et gazoles et alimente les méthaniseurs qui produisent du biogaz en substitution au gaz « naturel ». A travers la récolte « domestique » de bois issus des haies, des vergers ou de bosquets associés aux surfaces agricoles, ainsi désormais que de l'agroforesterie, l'agriculture contribue également à la fourniture de chaleur pour les habitations en milieu rural.

Contrairement à certaines affirmations, l'alimentation ne peut être considérée comme la finalité unique de l'agriculture, et elle ne l'a d'ailleurs jamais été[37]. Cependant, dans la stratégie nationale bas carbone

[34] Voir aussi le rapport de la mission d'information de l'Assemblée Nationale sur « l'adaptation au changement climatique de la politique forestière et la restauration des milieux forestiers », *op. cit.* :
Proposition n° 13 : Redéployer une partie des aides publiques portant sur le bois énergie vers le bois de construction et la filière de transformation primaire.
Cette proposition est reprise par la note d'analyse de France stratégie « Vers une planification de la filière forêt-bois », *op. cit.* Elle s'inscrit dans la ligne de la directive RED III du 18 octobre 2023 (déjà citée) qui impose le respect par les systèmes d'aides nationaux d'un principe d'utilisation « en cascade » de la biomasse forestière.
[35] Mha : million d'hectares
[36] Les biocarburants de 1ère génération sont fabriqués à partir de ressources agricoles entrant potentiellement en concurrence avec l'alimentation, telles que le blé ou la betterave pour l'éthanol (incorporé à l'essence) ou les huiles végétales (utilisées pour produire du bio-diesel). Les biocarburants de 2ème génération seront fabriqués à partir de déchets (huiles usagées, etc.) et de matières ligno-cellulosiques (paille, bois, etc.).
[37] Outre le bois associé aux exploitations agricoles (et notamment au linéaire de haies, jadis très important), il faut rappeler les productions de matériaux comme le coton, le lin, la laine ou le chanvre.

(dans la deuxième version comme dans le projet de SNBC 3), sa contribution au bilan énergétique doit désormais connaître une croissance très rapide.

Les marges de manœuvre concernant la ressource en biomasse mobilisable pour l'énergie dans l'espace agricole sont à rechercher tout d'abord à travers des **modifications des pratiques culturales** : l'introduction de **cultures intermédiaires à vocation énergétique** (CIVE), qui présente de nombreux avantages pour l'environnement[38], et la valorisation des **résidus de cultures** (qui doit se faire néanmoins en respectant un certain taux de retour au sol de la matière organique – retour qui peut aussi être assuré par l'épandage des digestats de méthanisation). Ces ressources contribueront à alimenter les méthaniseurs (voir paragraphe B ci-dessous) ; cette filière devrait contribuer à améliorer les revenus des agriculteurs et à développer l'emploi en milieu rural.

De plus, une croissance de la ressource peut aussi être recherchée, comme le souligne le récent avis du CESE[39], par **la « libération » de terres que permettrait une baisse de l'élevage** et celle de l'exportation de céréales fourragères ; en effet, plus de la moitié de la surface agricole utile (SAU) française est actuellement mobilisée pour l'alimentation des animaux d'élevage et une politique volontariste pour réduire la part des protéines animales dans notre alimentation (qui répondrait autant à des enjeux de santé publique que d'environnement[40]) permettrait de réduire cette proportion. Ainsi, plusieurs millions d'hectares pourraient être « libérés » au profit, dans une combinaison à déterminer, des fonctions de protection (biodiversité, stockage de carbone, aménités environnementales) et des fonctions de production répondant aux enjeux actuels (alimentation humaine végétale, matériaux, énergie). La conversion de terres agricoles ou leur évolution ne devrait donc pas seulement consister à transformer des prairies en forêts – dans la continuité des évolutions en cours - mais également concerner les terres arables (y compris éventuellement en zones de grandes cultures), avec le développement de l'agroforesterie, la plantation de haies, de bosquets, ou même de nouvelles forêts (avec selon les cas un objectif écologique prépondérant ou parallèle à l'objectif énergétique), ainsi que, sous certaines conditions, de cultures pérennes à vocation énergétique (voir ci-dessous paragraphe C).

Il est donc proposé, pour créer des conditions favorables à ces évolutions, **d'accompagner économiquement** (à un niveau suffisant)[41] **les agriculteurs et les éleveurs** qui s'y engagent et de **mettre en place une politique alimentaire volontariste pour réduire la part des protéines animales dans notre alimentation** ; celle-ci devrait être **inscrite dans la future stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat** prévue par la loi "climat et résilience", dont un projet – notoirement faible sur cette question - a été mis en consultation en avril 2025[42].

On examine ci-dessous les principaux vecteurs énergétiques issus de la biomasse agricole et leur devenir ; on verra que certains développements envisagés conduisent à mobiliser une part de bois (ou de matériaux ligno-cellulosiques) pour laquelle l'agriculture peut apporter sa contribution.

[38] La couverture des sols en période inter-cultures évite l'érosion des sols ou le lessivage des nutriments par les pluies (donc la pollution des eaux de surface ou souterraines) et la minéralisation de la matière organique (déstockage de carbone du sol).
[39] Conseil économique, social et environnemental – Quels besoins de gouvernance pour les différents usages de la biomasse ? – mai 2023, *op. cit.*
[40] S'agissant spécifiquement des ruminants, voir la note de La Fabrique écologique « Les prairies et l'élevage des ruminants au cœur de la transition agricole et alimentaire » - octobre 2022, *op. cit.*
[41] Certaines mesures de la PAC vont dans le bon sens (comme l'encouragement à la création de haies) mais restent très partielles et insuffisantes. Par ailleurs, la baisse nécessaire de l'élevage ne figure aucunement parmi les objectifs poursuivis.
[42] La loi « climat et résilience » (loi n°2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets) avait prévu une parution de la stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat (SNANC) en juin 2023. La Fabrique écologique a publié en avril 2025 une contribution critique (https://www.lafabriqueecologique.fr/la-necessite-dune-transition-ambitieuse-pour-lelevage-contribution-a-la-snanc/) sur le document alors soumis à consultation par le gouvernement (https://agriculture.gouv.fr/consultation-publique-projet-de-strategie-nationale-pour-lalimentation-la-nutrition-et-le-climat).

A. La biomasse liquide

Aujourd'hui les biocarburants routiers de 1ère génération consommés en France sont fabriqués, pour moitié à partir de cultures dédiées représentant selon FranceAgriMer 700 000 ha[43] sur le territoire national, et pour moitié de matière première importée. De plus, un écart très important existe entre la ressource actuelle utilisée (40 TWh[44]), dont seule la moitié provient donc d'une production nationale de matière première, et les besoins aux horizons 2030 et surtout 2035 indiqués dans le projet de programmation pluriannuelle de l'énergie (55 TWh en 2030 en métropole et 70 à 90 TWh en 2035)[45].

La SFEC admet que la production nationale de biocarburants stagnera entre 2030 et 2035 aux environs de 50 TWh et fera toujours appel à une part de ressources importées. Il s'agira encore en majeure partie de biocarburants de 1ère génération[46] ; il n'est en effet pas possible d'envisager une croissance rapide de la production nationale de carburants de 2ème génération[47], ne serait-ce que parce que – outre la question de la disponibilité des ressources ligno-cellulosiques nécessaires (forêt, cultures pérennes sur terres agricoles converties… ?) – l'état actuel de maturité des procédés ne le permet pas (plusieurs dizaines d'usines devraient être construites pour satisfaire les besoins à cet horizon).

Au-delà de 50 TWh, le besoin ne pourra être satisfait que par des importations de carburants (fabriqués à l'étranger à partir d'une matière première locale), dans des conditions moins facilement maîtrisables, notamment au regard du risque de déforestation importée. Cependant, la question de la disponibilité effective, sur le marché international, de biocarburants de 2ème génération (permettant de satisfaire les objectifs des textes européens), se pose tout autant qu'au niveau national.

Face à une telle difficulté, il est possible qu'il faille se résoudre à réexaminer au niveau européen le **calendrier** concernant **l'obligation d'incorporation de biocarburants de 2ème génération**[48]; **ceci ne serait clairement acceptable que si les effets en étaient strictement compensés par une plus grande exigence de sobriété dans la consommation de carburants**[49].

Même si la consommation de carburants doit baisser progressivement après 2030 pour l'automobile, il est d'ores et déjà clair qu'un recours croissant aux biocarburants pour l'aviation – tel qu'il vient d'être décidé au niveau européen par le Règlement « Refuel-EU Aviation[50] » – ne fera, dans les années suivantes, qu'amplifier l'écart identifié entre ressources et besoins (surtout si on veut réduire la part de l'importation). Les « e-fuels » offrent une voie concurrente[51] pour faire voler les avions, intéressante

[43] Voir la note de FranceAgriMer : https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/63194/document/NOTE-SAU-VF.pdf?version=1.
Ce chiffre, indiqué par FranceAgriMer pour 2017, est une estimation qui résulte probablement d'une sous-estimation de la part des matières importées ; aussi la SAU française consacrée aux biocarburants serait aujourd'hui d'environ 500 000 ha seulement.

[44] L'exercice de planification actuellement en cours au niveau national utilise le TWh (térawatt-heure ou milliard de kilowatts-heures) comme unité de mesure de l'énergie (contenue dans les ressources ou consommée).

[45] Le chiffre de 55 TWh en 2030 en métropole concerne uniquement les transports (terrestres, aériens et maritimes) ; la fourchette 70-90 TWh en 2035 inclut en outre les besoins des usages non énergétiques (produits chimiques biosourcés) et de la production électrique outre-mer.

[46] Les biocarburants de 1ère génération sont fabriqués à partir de matières premières agricoles qui pourraient être consacrées à l'alimentation. Leur incorporation dans les carburants (pour le transport routier) est limitée en moyenne à 7 % par les textes européens.

[47] Contrairement aux biocarburants de 1ère génération, les biocarburants 2ème génération sont issus de biomasse non alimentaire (bois ou autre ressource ligno-cellulosique, résidus de cultures…). A partir d'une ressource ligno-cellulosique, ils peuvent être obtenus, soit par la voie de production d'éthanol lignocellulosique (pour incorporation ou substitution à l'essence), soit par la voie du procédé Fischer-Tropsch (pour le gazole). Par ailleurs, la filière HVO (Hydrotreated Vegetable Oil, ou huile végétale traitée par voie hydrothermale) concerne des lipides de récupération et est notamment utilisée aujourd'hui pour addition au kérozène (pour l'aviation). Seule la filière HVO peut être considérée comme industriellement mature aujourd'hui, mais les lipides de récupération sont déjà largement utilisés par d'autres industries et les volumes supplémentaires accessibles ne portent que sur quelques TWh. Les voies lignocellulosiques nécessitent de lourds investissements : chaque unité de 30 à 100 kt/an de biocarburants coûterait près de 200 M€ (cf. l'expérience du pilote industriel BioTfuel à Dunkerque).

[48] Sans nécessairement modifier le plafond actuel global de 7 % applicable à la 1ère génération pour les carburants routiers

[49] Sans formuler de propositions détaillées à ce sujet, qui dépasse l'objet de la présente note, on peut relever que diverses propositions ont été formulées pour l'automobile dans notre pays, comme une plus forte pénalisation des véhicules de poids élevé (malus) ou la diffusion accélérée de véhicules électriques de moindre coût. Ces questions devraient également être traitées au niveau communautaire.

[50] Règlement (UE) 2023/2405 du Parlement européen et du Conseil du 18 octobre 2023 relatif à l'instauration d'une égalité des conditions de concurrence pour un secteur du transport aérien durable (ReFuelEU Aviation)

[51] Qui permettrait sous certaines conditions de valoriser le CO2 biogénique issu de la méthanisation

à moyen et long termes, mais le besoin en hydrogène décarboné pour leur production pèsera sur le système électrique (et la question de la ressource en CO_2 utilisable à cet effet se pose également). Ainsi, **les hypothèses de croissance, même modérée, du trafic aérien** qui semblent être prises par le gouvernement (+ 1,5 % par an jusqu'en 2030) risquent de **conduire à une impasse**. **Il est donc proposé d'imposer une sobriété renforcée dans le secteur aérien, par une limitation du trafic** qui se combinerait avec l'introduction des nouveaux carburants.

S'agissant des carburants, on rappellera enfin que le transport maritime doit revoir complètement ses modes de propulsion qui reposent aujourd'hui sur les produits pétroliers. L'avenir verra probablement une compétition entre les biocarburants, le bio-GNL, l'hydrogène, les « e-fuels ». Les décisions se prennent au niveau international et notamment européen [le texte pertinent étant le Règlement (UE) 2023/1805 du 13 septembre 2023 relatif à l'utilisation de carburants renouvelables et bas carbone dans le transport maritime] mais les orientations retenues pour leur application en France mériteraient d'être débattues plus largement. De manière générale, les besoins énergétiques des transports internationaux (maritime et aérien) doivent être intégrés de manière appropriée à notre comptabilité des émissions de GES.

On notera toutefois que des surfaces nouvelles de terres arables (« libérées » par exemple par une réduction de l'élevage) pourraient être consacrées à alimenter l'industrie chimique en substitution aux produits pétroliers, dans des conditions à déterminer.

B. La biomasse gazeuse

Le gaz « naturel » (méthane) consommé en France et en Europe est aujourd'hui pour l'essentiel d'origine fossile. L'atteinte de la neutralité carbone en 2050 devrait s'accompagner d'un **objectif de gaz 100 % renouvelable** qui devrait à terme être inscrit dans les règlements et directives européens (la révision en 2024 des textes régissant le marché du gaz[52] n'ayant malheureusement pas été mise à profit pour le faire). Cet objectif pourra être atteint en grande partie grâce à l'utilisation de la biomasse (par méthanisation puis par pyrogazéification – voir infra), dans un contexte de réduction forte de la consommation. Celle-ci – d'ores et déjà en décroissance – pourrait en effet être divisée par un facteur 2 ou même 3 par rapport à la situation de 2019 au niveau français[53]. La stratégie à suivre pour parvenir à une telle baisse de consommation dépasse le cadre de cette note, mais les usages thermiques du gaz (production de chaleur pour l'industrie et les bâtiments) devraient représenter l'essentiel de cette baisse, en conjuguant sobriété, efficacité dans les usages et substitutions[54]. S'agissant des usages de mobilité, des propositions seront faites ci-dessous en vue du maintien d'une option fondée sur le gaz pour le transport lourd, compte tenu d'avantages comparatifs particuliers.

Dans ce contexte, le développement de la méthanisation est un élément essentiel de tous les scénarios. La méthanisation fait appel aujourd'hui majoritairement à des cultures intermédiaires à vocation

[52] Directive (UE) 2024/1788 du Parlement européen et du Conseil du 13 juin 2024 concernant des règles communes pour les marchés intérieurs du gaz renouvelable, du gaz naturel et de l'hydrogène, modifiant la directive (UE) 2023/1791 et abrogeant la directive 2009/73/CE (refonte) et Règlement (UE) 2024/1789 du Parlement européen et du Conseil du 13 juin 2024 sur les marchés intérieurs du gaz renouvelable, du gaz naturel et de l'hydrogène, modifiant les règlements (UE) n° 1227/2011, (UE) 2017/1938, (UE) 2019/942 et (UE) 2022/869 et la décision (UE) 2017/684 et abrogeant le règlement (CE) n° 715/2009

[53] Voir notamment pour la France l'étude ADEME – GRDF – GRT Gaz : « Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ? » - janvier 2018 - et la Note de La Fabrique écologique « Gaz 100 % renouvelables : comment impulser le mouvement maintenant » - octobre 2018. Ces documents envisageaient des niveaux plus élevés de consommation de gaz en 2050 mais la part issue de la méthanisation était évaluée aux alentours de 130 TWh/an ; ce chiffre reste pertinent dans la perspective d'une consommation réduite telle qu'envisagée ici.

[54] Dans ce contexte très contraint, et compte tenu des encouragements apportés par les politiques gouvernementales au développement des pompes à chaleur dans la rénovation énergétique des bâtiments, l'utilisation du gaz fait l'objet de débats où sont mis en évidence des avantages comparatifs dans certains cas, soit en appoint (PAC « hybride »), soit comme solution principale (par exemple en raison d'un manque d'espace ou dans le cas de certains immeubles patrimoniaux). Il n'est pas possible, dans le cadre de cette note, de procéder à une analyse fine de ces questions.

énergétique (CIVE)[55] et à des effluents d'élevage, ainsi que dans une moindre mesure à des résidus de cultures (ces ressources ne mobilisant pas de surfaces agricoles nouvelles), et seulement de manière très minoritaire à des cultures dédiées et à une production d'herbe sur prairies permanentes ou temporaires[56] (voir l'exemple présenté dans l'encadré ci-dessous).

Il faut donc se donner les moyens d'une **montée en régime très rapide de l'équipement du pays en méthaniseurs,** dans de bonnes conditions de protection de l'environnement[57], en évitant d'encourager le développement d'élevages intensifs, tout en admettant une diversité de tailles et de porteurs de projets. Ce mouvement doit accompagner celui de l'**évolution des pratiques et systèmes agricoles** (ainsi qu'en matière de déchets et effluents urbains, qui constituent un complément indispensable).

Un exemple de projet de méthanisation

Six agricultrices et agriculteurs en polyculture-élevage de la commune de Momères (Hautes-Pyrénées), tous voisins, se sont rassemblés en 2017 pour réfléchir ensemble à un projet de méthanisation. Rapidement, ils ont su trouver des principes fédérateurs : aux motivations classiques – mieux recycler les fumiers et les lisiers en engrais, diversifier les revenus grâce à la vente d'énergie – s'ajoute celle de trouver une valorisation pour les couverts intermédiaires qu'ils ont mis en place pour sécuriser leurs ressources fourragères et réduire les importations de tourteaux de soja qui complétaient l'alimentation de leurs vaches laitières. La méthanisation est ainsi devenue une voie de valorisation de ces couverts, puisqu'ils ne sont pas systématiquement et en totalité valorisés en fourrage.

L'unité de méthanisation, démarrée en 2021, utilise 8 500 tonnes par an de fumiers et lisiers bovins collectés dans un rayon de 200 mètres, et 10 000 tonnes de cultures intermédiaires récoltées également à proximité. 140 Nm^3/h de biométhane sont injectés sur une canalisation de gaz distante de 900 mètres, économisant 2 200 tonnes équivalent CO_2 par an. L'investissement s'élève à 5,5 millions d'euros, et le projet permet de pérenniser 10 emplois agricoles, en complément de la production agricole qui reste l'activité principale. Depuis sa mise en service, le méthaniseur répond pleinement aux attentes, et la production de biométhane est supérieure au prévisionnel.

On notera en outre la souplesse que présente ce type d'installation par rapport à des évolutions éventuelles de la part de l'élevage dans l'exploitation : une réduction des chargements à l'hectare et une baisse du cheptel conduiraient à une production végétale disponible en croissance, dont une part pourrait aisément être consacrée à compenser la baisse des déjections animales dans l'alimentation du méthaniseur.

Les relations avec les riverains sont sereines, alors même que Biométhadour partait avec un handicap : celui de se déployer dans un territoire péri-urbain, au milieu d'une population qui n'a plus que des liens ténus avec le monde agricole. Cette intégration a nécessité un travail d'explication, de la transparence et exige une grande qualité de l'exploitation.

[55] Les cultures intermédiaires (dont les CIVE) permettent de ne pas laisser les sols à nu entre deux cultures principales, ce qui limite les risques d'érosion et de lessivage des nutriments (nitrates, etc.) vers les eaux de surface ou souterraines. Ces « couverts intermédiaires » constituent un élément important de l'introduction de pratiques agroécologiques dans les systèmes agricoles.

[56] On estime que les cultures dédiées représentent 5 % de l'approvisionnement des méthaniseurs agricoles en France (Observatoire national de la ressource en biomasse, octobre 2022), alors que la réglementation française le limite aujourd'hui à 15 % maximum.

[57] Il s'agit notamment de prévenir les fuites de méthane à l'atmosphère et les rejets accidentels dans les eaux (certains rejets accidentels dans l'environnement de digestat liquide ont pu causer des dégâts significatifs à certaines rivières et donner une mauvaise réputation à cette filière). La maîtrise technique des installations repose sur une bonne conception, qui fait d'ores et déjà l'objet de guides professionnels et d'une réglementation dans le cadre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), et sur la formation des opérateurs. En outre, les installations devraient faire l'objet de contrôles plus réguliers de la part de l'inspection des installations classées.

Une attention particulière devra être apportée à la **variabilité interannuelle** (et géographique) **de la production de biomasse** disponible, à la fois pour l'alimentation du bétail (sécurité fourragère) et pour la méthanisation ; cette variabilité risque de s'accentuer avec le changement climatique (périodes de canicules et de sécheresse)[58]. Les méthaniseurs peuvent fonctionner à charge partielle, ce qui doit permettre – d'un point de vue technique – de moduler leur approvisionnement lors de périodes critiques (au profit, le cas échéant, d'une priorité accordée à l'alimentation du bétail). Cette gestion des risques devrait pouvoir s'opérer par des **dispositions contractuelles adéquates pour la rémunération des projets**[59] (en complément de **stockages locaux de matières premières**[60]).

Le gaz est par ailleurs stockable dans les réservoirs souterrains actuels (largement dimensionnés au regard des besoins décroissants de gaz) ; **il est donc proposé de conserver l'essentiel des réservoirs souterrains de gaz naturel**, qui offrent une solution unique de stockage inter-saisonnier – et demain inter-annuel – **pour faire face aux aléas climatiques**.

Le projet de programmation pluriannuelle de l'énergie publié début 2025 indique un objectif de production de biogaz par méthanisation de 50 TWh en 2030[61], ce qui permettrait de porter à 15 % la part de biogaz alimentant les réseaux de gaz de notre pays. La perspective pour 2035 est plus floue, avec une fourchette indiquée entre 50 et 85 TWh. On peut toutefois relever que les projections gouvernementales ne mentionnent pas le développement possible du **bio-GNV** (bio - gaz naturel véhicule) qui devrait logiquement jouer à l'avenir un **rôle significatif dans le transport lourd** compte tenu de ses avantages comparatifs, sans remettre en cause la perspective de réduction des consommations totales de gaz à l'horizon 2050. Le gouvernement, comme les institutions européennes, privilégie à cet effet l'hydrogène et l'électricité[62] ; mais cette option entraînera des coûts très élevés (tant pour les infrastructures que pour les véhicules) et est génératrice de besoins de production électrique supplémentaires, alors que la pré-existence d'un réseau de gaz dense et d'un ensemble de stations-services GNV/bio-GNV ou GNL[63] permettrait de basculer progressivement vers un carburant renouvelable à coûts limités[64].

Pour assurer une véritable relève du gaz naturel à l'horizon 2050, le biogaz issu de la méthanisation sera en tout état de cause insuffisant. Parmi les sujets en devenir figure donc le développement de la

[58] Voir aussi à ce sujet : « La biomasse : une énergie intermittente à horizon 2050 ? », Mémoire de troisième année du Corps des Mines sur les usages de la biomasse provenant de l'agriculture et de la forêt, François Challet & Arthur Fourny, juin 2023.

[59] En particulier, les contrats pour différence proposés par l'Etat devraient être conçus pour assurer aux exploitants une rémunération fixe minimale permettant d'honorer la charge de la dette lors des années de faible production (justifiée par les conditions climatiques), condition indispensable au financement des projets.

[60] Voir aussi : La Fabrique écologique « Les prairies et l'élevage des ruminants au cœur de la transition agricole et alimentaire » - octobre 2022, *op.cit.*

[61] Dans le document de travail du SGPE du 12 juin 2023, il était précisé que ce chiffre de 50 TWh correspondait aux usages actuels du gaz naturel (qui sont en régression).

[62] Voir le « Règlement (UE) 2023/1804 du Parlement européen et du Conseil du 13 septembre 2023 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs et abrogeant la directive 2014/94/UE » ; ce règlement fixe aux Etats-membres des obligations de déploiement de stations de recharge des véhicules électriques ou à hydrogène, tant légers que lourds.
Voir également le Règlement (UE) 2024/1610 du Parlement européen et du Conseil du 14 mai 2024 modifiant le règlement (UE) 2019/1242 en ce qui concerne le renforcement des normes de performance en matière d'émissions de CO2 pour les véhicules utilitaires lourds neufs et intégrant des obligations de déclaration, modifiant le règlement (UE) 2018/858 et abrogeant le règlement (UE) 2018/956) ; ce règlement fixe des objectifs de réduction des émissions des véhicules lourds neufs mais ne reconnait pas le biogaz comme solution décarbonée, en privilégiant de ce fait la propulsion à l'électricité ou à l'hydrogène. Une clause de revoyure en 2027 laisse cependant ouverte la possibilité d'une inflexion sur ce point.
N.B. Le biodiesel de 2ème génération pourrait théoriquement constituer une alternative intéressante mais les fortes incertitudes sur la disponibilité des procédés (voir ci-dessus) conduit à l'écarter à court terme en tant que solution de masse.

[63] Les stations GNV/bio-GNV ou GNL (ouvertes au public) sont au nombre de 380 en France (plus autant de stations privées) à fin 2024 et d'environ 5 000 dans l'Union européenne.

[64] La perspective d'une utilisation locale du biogaz pour les véhicules lourds (transports urbains ou régionaux, ramassage des déchets, etc.) constitue une incitation forte pour les autorités locales à encourager la méthanisation (voir chapitre 3 en ce qui concerne la gouvernance locale de la biomasse). De plus, cet usage est de nature à limiter le coût des obligations d'équipement des collectivités en véhicules propres. Toutefois, cette perspective est actuellement bloquée par le Règlement (UE) 2024/1610.

pyrogazéification, qui permettra de fabriquer du gaz (méthane) renouvelable à partir d'une ressource ligno-cellulosique (bois…), examiné au paragraphe C ci-dessous[65]. De plus, à ces sources issues de la biomasse, il faudra probablement ajouter le méthane obtenu par méthanation à partir d'hydrogène et de gaz carbonique[66].

Ainsi, le futur usage du vecteur gaz, profondément réorienté et réduit en quantité, serait conditionné à son caractère exclusivement renouvelable, les directives européennes sur les énergies renouvelables (RED II et RED III) venant encadrer son caractère durable et sa performance climatique. La France peut anticiper et impulser cette dynamique en fixant ces types d'objectifs dans sa propre législation et en adaptant ses politiques (y compris agricole et forestière) en conséquence.

C. La production de matériaux ligno-cellulosiques sur les terres agricoles

Comme on l'a vu ci-dessus, tant la fabrication de biocarburants de 2ème génération que la production de biométhane nécessiteront le recours à une récolte supplémentaire de bois (ou plus largement de matériaux ligno-cellulosiques) ; or, tant pour des raisons écologiques qu'économiques, il est peu probable que la forêt puisse à elle seule assurer cette fourniture. La contribution des haies et alignements ou de l'agroforesterie restera par ailleurs limitée à des usages de proximité.

Parmi les moyens d'augmenter la ressource disponible en matériaux ligno-cellulosiques figure le développement des **cultures pérennes**, telles que le miscanthus, le switchgrass, la canne de Provence, etc., ainsi que, sous certaines conditions, des taillis à courte rotation (TCR)[67].

Le développement de ces cultures pérennes devrait s'effectuer sur des terres arables, dont la surface disponible devrait s'accroître en conséquence d'une réduction de l'élevage et de notre consommation de produits animaux (voir ci-dessus). L'implantation de ces nouvelles cultures, qui demandent très peu d'intrants (engrais et pesticides), pourrait se faire notamment dans les zones agricoles où il est nécessaire d'assurer une meilleure protection (contre les pollutions) des captages utilisés pour la production d'eau potable[68]. Elle devrait constituer un complément – et non venir se substituer – à la création d'infrastructures agro-écologiques telles que les haies ou les bosquets, ou à des mesures de protection déjà prises dans les aires de protection de captages pour la production d'eau potable. Il faut enfin absolument éviter la conversion de prairies permanentes (qu'il est utile de protéger en l'état ou qui pourraient dans certains cas évoluer vers la forêt[69]).

Lorsqu'elle est bien conduite, l'implantation de ces cultures pérennes est donc susceptible de fournir des services écosystémiques (et est d'ailleurs parfois aidée par les agences de l'eau). En prenant le cas spécifique des taillis à courte rotation, la récente expertise collective de l'INRAe[70] note l'intérêt qu'ils

[65] Certaines ressources en biomasse sous forme liquide pourraient également être valorisées par le procédé de gazéification hydrothermale, qui est toutefois encore en phase de recherche et développement.
[66] Le gaz carbonique peut lui-même être biogénique, notamment s'il est capté lors de l'épuration du biogaz issu des méthaniseurs ; l'hydrogène doit être produit à partir d'énergie électrique.
[67] Par exemple, les scénarios « Transitions 2050 » de l'ADEME prévoient entre 500 000 et 1 000 000 ha de TCR en 2050.
[68] La surface totale de ces aires d'alimentation des captages est d'environ 1,8 Mha à l'échelle de la France selon une étude de 2014, qui envisageait d'en mobiliser seulement 10 % pour l'implantation de plantes pérennes. Voir :
https://www.horizons-journal.fr/le-potentiel-de-cultures-energetiques-sur-les-aires-de-captage-deau-estime-180-000-hectares
Les agences de l'eau favorisent l'implantation de ces cultures. Voir notamment l'appel à manifestations d'intérêt de l'agence de l'eau Rhin-Meuse :
https://www.eau-rhin-meuse.fr/sites/default/files/2022-02/reglement_ami_2022.pdf
[69] Voir la note de La Fabrique écologique « Les prairies et l'élevage des ruminants au cœur de la transition agricole et alimentaire » - octobre 2022 – *op. cit.*
[70] Voir l'expertise collective de l'INRAe et INRAe Transfert : Impacts environnementaux et enjeux technico-économiques et sociétaux associés à la mobilisation de biomasse agricole et forestière pour la production d'énergie en France à l'horizon 2050 – Etude bibliographique - Rapport final juillet 2023, *op. cit. p 69 :*
« Par comparaison avec les monocultures agricoles, les TCR hébergent une biodiversité plus élevée (Vanbeveren & Ceulemans, 2019). A chaque rotation de taillis, la lumière disponible change et la surface plantée évolue d'un champ nu à une végétation arbustive. Ces changements dans la communauté

peuvent présenter pour la biodiversité par rapport aux grandes cultures, tout en mettant en garde sur les interactions possibles avec les zones forestières[71].

Les encouragements à apporter aux différents types de cultures pérennes et les limites associées devraient être débattus et décidés dans le cadre d'une gouvernance territoriale de la biomasse (voir la troisième partie de cette note) en tenant compte en outre d'éléments d'analyse économique qui restent à compléter (voir Annexe).

Il est donc proposé, dans des conditions strictement définies, d'encourager le développement des cultures pérennes à vocation énergétique sur des terres agricoles.

végétale influencent la diversité faunistique (Vanbeveren & Ceulemans, 2019 ; Delarze & Ciardo, 2002). L'introduction de TCR bien gérés pourrait enrichir la biodiversité d'un paysage dominé par l'agriculture. Inversement, les TCR auraient un effet négatif sur la biodiversité s'ils sont introduits dans un paysage fortement boisé. »

[71] S'agissant toujours des TCR, le choix des essences devrait tenir compte des besoins en eau : le saule et le peuplier ont en effet de forts besoins en eau, ce qui constitue d'ailleurs leur intérêt lorsqu'ils sont utilisés dans des zones de réutilisation d'eaux usées traitées (« re-use »). Il convient également de prévenir d'éventuels risques de dissémination excessive d'espèces exotiques (le robinier, qui présente un intérêt pour la fixation d'azote en tant que légumineuse, est considéré par le Muséum national d'Histoire naturelle comme une espèce exotique envahissante), tout en privilégiant les peuplements plurispécifiques. Leur vulnérabilité aux maladies et incendies devra être surveillée. Ainsi que le propose l'INRAe, les recherches sur ce type d'exploitation doivent également être poursuivies.

III. L'indispensable renforcement de la gouvernance aux niveaux national et local

Face aux multiples incertitudes, la construction de notre avenir énergétique (mais également agricole et forestier) sera nécessairement un processus itératif (associant phases d'essais, d'évaluation et d'ajustements successifs) et devra associer aux décisions et à l'action de multiples partenaires, publics et privés, à différentes échéances et à différents niveaux géographiques. Les conditions dans lesquelles se prendront ces décisions et la manière d'en assurer une cohérence d'ensemble peuvent se résumer sous le terme de « gouvernance de la biomasse »[72].

I. Prendre en compte les externalités : une responsabilité partagée par tous les acteurs

Les pouvoirs publics en France ont jusqu'à présent promu une vision hiérarchisée des usages de la biomasse, notamment agricole, donnant une priorité aux pratiques actuelles et reléguant l'énergie au dernier rang ; or cette vision conservatrice peut parfaitement être mise en cause, notamment lors de la définition de priorités et d'arbitrages nouveaux (voir encadré ci-dessous).

Toute utilisation de biomasse jugée comme « nouvelle » modifie les fonctions assurées antérieurement par les écosystèmes et présente des conséquences, positives et négatives, qu'il convient d'évaluer, et de compenser ou de récompenser si nécessaire. La valeur ajoutée, incluant les externalités (positives comme négatives), générée par un projet de bioénergies relève potentiellement de différents registres : économique, agronomique, écologique, social, paysager. Cette valeur – économique ou non – se partage entre les parties prenantes, incluant les acteurs du territoire, selon des modalités de partage qui doivent à la fois refléter la prise de risque et l'espérance de gain. Mais on ne compense pas une perte de fertilité d'un sol agricole en subventionnant l'achat de paille. Ainsi, les valeurs non directement ou immédiatement monétisées (écologique notamment) doivent être prises en compte par les acteurs, notamment les professionnels (à travers des guides ou codes de bonne conduite, des actions de conseil, etc.) et les autorités publiques (voir ci-dessous).

[72] Voir aussi l'avis du Conseil économique, social et environnemental : « Quels besoins de gouvernance pour les différents usages de la biomasse ? », *op. cit.*

Les bioénergies dans l'évolution des écosystèmes naturels et anthropisés

Les institutions officielles font reposer l'estimation du potentiel de production de bioénergies sur le concept de « volume supplémentaire disponible » : c'est la terminologie employée aussi bien par FranceAgriMer que par la stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB). Il existerait ainsi des ressources de biomasse qui ne seraient pas utilisées et seraient disponibles pour la production d'énergie, ou bien des possibilités de produire des ressources supplémentaires. *A contrario*, les volumes actuellement utilisés sont considérés comme prioritaires voire intangibles et ne devraient pas être redirigées vers les filières énergétiques.

Or il n'existe pas de biomasse « inutilisée » dans les écosystèmes. Les biomasses qui ne sont pas utilisées par les humains le sont par les organismes présents dans les écosystèmes, la fraction biodégradable leur sert de nourriture, et celle qui se décompose à long terme contribue à stocker du carbone, tout en y favorisant la biodiversité. De plus, les usages actuels des biomasses ne sont pas intangibles, ils résultent d'une histoire, d'une organisation socio-technique qui est amenée à évoluer pour répondre aux défis d'aujourd'hui et de demain, notamment le climat, la biodiversité, l'eau. Enfin, dans des régions comme l'Union européenne, l'augmentation possible de la production de biomasse, tous usages confondus, reste limitée car les niveaux de productivité sont déjà très élevés. Il est donc nécessaire de raisonner sur les bioénergies en intégrant les évolutions des finalités des écosystèmes agricoles et forestiers, et d'inscrire sans *a priori* les projets de bioénergies dans les stratégies de l'agriculture et de la forêt.

II. Des priorités claires dans les interventions publiques

Comme indiqué dans la deuxième partie de cette note, une politique claire de la biomasse impose de définir des priorités, qu'il s'agisse de la production de la ressource (stratégies de gestion forestière, modifications des pratiques agricoles, etc.) ou des usages à privilégier ou à éviter. Même si des interdictions ou des limitations réglementaires sont possibles (et pratiquées), il est clair que la plupart des moyens d'intervention dont disposent les pouvoirs publics, nationaux comme locaux, pour impulser la mise en œuvre concrète des priorités retenues relève de leurs propres politiques d'investissement (réseaux de chaleur, etc.) ou des incitations économiques apportées aux filières et professions concernées (aides de la PAC, incitations ou pénalisations fiscales, subventions aux filières industrielles, financement d'actions de conseil et d'animation, politique de recherche et innovation, etc.).

Les priorités et les moyens d'intervention choisis doivent prendre en compte les externalités (voir paragraphe I ci-dessus) et ne pas présenter de contradictions entre niveaux de collectivités, tout en étant conformes à leurs compétences respectives et au droit communautaire.

Les constats et les propositions de la deuxième partie de cette note suggèrent des pistes pour redéfinir des priorités. Par exemple, une priorité pourrait être affirmée en faveur du développement de cultures pérennes sur des terres agricoles, alors que le développement des biocarburants destinés au trafic aérien devrait, s'il doit effectivement intervenir, ne pas recevoir de subventions publiques (tout en accompagnant une limitation du trafic). De même, une gestion plus collective de la forêt privée pourrait justifier des interventions publiques nouvelles, conditionnées au respect d'un cahier des charges écologique.

Les priorités nationales méritent ensuite d'être passées au crible des situations régionales et locales, qu'il s'agisse d'une déclinaison stricte ou d'une modulation rendue nécessaire par les structures agricoles, forestières ou industrielles des territoires, de manière à ce que ceux-ci puissent en tirer des avantages tangibles (économiques et non économiques). Des propositions concernant la gouvernance locale sont faites au paragraphe IV ci-dessous.

III. Renforcer le système de collecte de données et leur mise à disposition

Le manque de données pertinentes concernant les ressources en biomasse et particulièrement leurs utilisations est régulièrement citée comme un frein à des décisions éclairées, notamment au niveau régional[73]. Toutefois, on peut noter qu'un groupement d'intérêt scientifique (GIS) « biomasse » réunit depuis 2024 l'ADEME, l'INRAe et les organismes publics assurant la collecte de données sur la ressource en biomasse et ses utilisations (FranceAgriMer – avec l'actuel Observatoire national des ressources en biomasse principalement centré sur la biomasse agricole – et l'IGN – qui gère l'Inventaire forestier national et a créé autour de lui avec des partenaires un Observatoire des forêts françaises). **Il est donc proposé de mandater clairement le « GIS biomasse », auquel devraient être également associés les observatoires régionaux, pour piloter, avec les organismes privés compétents, la structuration d'un système de collecte de données** homogènes en établissant un cahier des charges rendu progressivement obligatoire[74], ainsi que veiller à leur mise à disposition de toutes les parties prenantes.

IV. Pour une assemblée régionale des parties prenantes appuyée sur des moyens nouveaux

Il existe de nombreux documents stratégiques, aux niveaux national, régional et local (intercommunalités) concernant la biomasse et les questions connexes (alimentation, énergie, forêt et bois, économie circulaire, aménagement du territoire, etc.). La stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB), purement indicative, date de 2018 et devrait être mise à jour ; les schémas régionaux biomasse (SRB) existent dans la plupart des régions mais ne sont souvent pas des documents opérationnels (ils sont même parfois ignorés des acteurs de terrain concernés). De plus, leur cohérence avec la stratégie nationale n'est vérifiée par personne au sein de l'appareil d'Etat !

Ces lacunes, largement reconnues, résultent souvent d'un manque de **portage politique** des questions transversales liées à la production et aux usages de la biomasse, au profit d'approches sectorielles (agriculture, forêt, énergie, environnement, transport, paysage, etc.) qui ignorent les enjeux multiples associés. Il est donc nécessaire de susciter et de nourrir un débat ouvert, tant au niveau national que sur les territoires où les changements se feront sentir concrètement.

Au niveau national, l'organisation politique et administrative est particulièrement marquée par cette approche « en silos ». Il faut donc réformer profondément les structures étatiques pour assurer une intégration effective des politiques concernant la biomasse, qui relèvent aujourd'hui des ministères chargés de l'agriculture et de la forêt, de l'énergie et de l'écologie. Seule une telle évolution permettra d'assurer dans la durée la cohérence et l'ambition indispensables.

[73] Les « cellules biomasse », appelées à donner un avis sur les aides apportées aux projets « bois énergie » les plus importants, ne disposent souvent pas d'une vision complète des récoltes effectuées, tant en bois d'œuvre qu'en bois d'industrie ou bois-énergie, de l'orientation des flux et des exportations.

[74] à l'instar de ce qui existe pour la qualité de l'air ou les données sur l'eau

Au niveau territorial, il est essentiel que des retombées positives puissent être clairement attendues, comme à travers la mise en place de **boucles locales** d'approvisionnement énergétique (réseaux de chaleur, alimentation des parcs de véhicules en bio-GNV, etc.) et par le développement socio-économique engendré (création d'emplois, revenus agricoles, etc.). La gouvernance doit alors permettre d'**articuler des grandes options nationales et une capacité d'action essentiellement régionale et locale**.

Pour **rendre les documents stratégiques vivants et opérationnels**, il convient d'en assurer la **cohérence,** au stade de la préparation et de l'approbation, tant entre les différents documents à chaque niveau géographique qu'entre les exercices locaux et les stratégies nationales. Une attention particulière doit être apportée à leur suivi et à leur mise à jour régulière. Il convient également d'intégrer dans la réflexion les biomasses d'origine agricole aussi bien que forestière. D'où l'importance de l'**animation des réseaux d'acteurs** et de l'implication des collectivités pour **apporter des moyens nécessaires** à cette animation. Or une grande variété d'organismes joue de fait ce rôle d'animation ou d'initiative sur le terrain : syndicats d'énergie (réunissant les communes, généralement au niveau départemental), établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) de taille significative, coopératives, etc.

En conséquence, **il est proposé**, dans le respect de leur rôle pilote dans les domaines de l'économie et de l'environnement, de **charger les régions** (soit par la loi soit de manière plus souple) de **créer une forme d'assemblée des parties prenantes** à géométrie variable, qui associerait tous les organismes prenant en charge des tâches d'animation (ou volontaires pour jouer ce rôle) et sélectionnés à ce titre, ainsi que les collectivités infra-régionales volontaires et les principaux représentants des professions concernées et des associations. Cette assemblée jouerait un rôle majeur dans l'**élaboration du SRB** puis dans le **suivi de sa mise en œuvre** concrète sur le terrain et son **adaptation régulière** aux réalités. L'ADEME pourrait se voir confier un rôle important d'expertise et de propositions au sein de cette instance, aux côtés de l'Etat qui doit *in fine* co-approuver le SRB.

Conclusion

Les propositions de la présente note permettront – si elles sont mises en œuvre dans le contexte d'une sobriété énergétique assumée – de **disposer de ressources en biomasse suffisantes** pour contribuer significativement, aux côtés de l'électrification des usages, à atteindre l'objectif de neutralité carbone tout en favorisant, grâce aux préconisations associées, une **riche biodiversité**.

Trois propositions-clés sont formulées, qui sont fortement liées entre elles :

1- **Développer la ressource** en biomasse-énergie tout en **renforçant la biodiversité** :

   a. En encourageant la généralisation des **cultures intermédiaires à vocation énergétique** (CIVE) et la valorisation des résidus agricoles pour un **développement accéléré de la méthanisation** ;

   b. En adoptant et appliquant une **stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat** qui intègre une **baisse de notre consommation de protéines animales et de l'élevage**, ce qui « libérerait » des terres agricoles aujourd'hui consacrées à l'alimentation des animaux d'élevage ;

   c. En encourageant (sous conditions) les **cultures pérennes à vocation énergétique** sur les terres arables, en complément du développement de l'agroforesterie, des haies, bosquets et de forêts nouvelles ;

   d. En expérimentant des stratégies variées de gestion forestière prenant en compte la préservation de la biodiversité et l'adaptation au changement climatique, en promouvant fortement une **gestion plus collective** de la **propriété forestière privée** et en modernisant les filières industrielles de valorisation du bois.

2- Définir des **priorités dans les usages** de la biomasse, aux niveaux national et régional, en affirmant la nécessaire prise en compte des externalités dans les stratégies des acteurs et les interventions publiques, et en s'affranchissant des hiérarchies préétablies, pour notamment :

   a. surmonter **l'impasse** qui s'annonce à court et moyen termes sur la production de **biocarburants liquides de 2ème génération**, ce qui doit conduire à une **limitation du trafic aérien** ;

   b. atteindre un objectif de **gaz 100 % renouvelable en 2050** et réexaminer notamment la place du **bio-GNV** aux côtés de l'électricité et de l'hydrogène pour satisfaire les besoins de **mobilité lourde**, particulièrement au sein d'écosystèmes régionaux et locaux.

3- **Renforcer la gouvernance** de la biomasse aux niveaux national et régional :

   a. en **décloisonnant** résolument l'**organisation politique et administrative** nationale, aujourd'hui éclatée entre les ministères et organismes relevant de l'agriculture et de la forêt, de l'énergie et de l'écologie et en produisant une **nouvelle stratégie nationale de mobilisation de la biomasse** (SNMB) en même temps que la nouvelle stratégie nationale bas-carbone (SNBC 3) ;

   b. en créant dans chaque région une **assemblée des parties prenantes** à géométrie variable réunissant tous les acteurs réellement intéressés, pour débattre des priorités et des actions à engager (notamment du **schéma régional biomasse**), et leur donner les moyens de l'**animation des réseaux locaux** au service du développement de la ressource en biomasse dans le respect des écosystèmes.

Annexe

Données économiques

L'ADEME publie régulièrement des études sur le coût des énergies renouvelables[75]. La dernière édition date de 2019. Selon cette étude, les solutions bois énergie chez les particuliers offrent des coûts de revient moins élevés que leurs concurrents conventionnels : entre 62 et 129 €/MWh contre une fourchette de 99 à 161 €/MWh pour le fioul ou le gaz naturel. Dans le collectif, les chaufferies biomasse sont plus coûteuses que les solutions gaz (51-96 €/MWh), justifiant le recours aux subventions. Dans l'industrie, la chaleur à partir de biomasse (26-76 €/MWh) soutient la comparaison avec le gaz (42-58 €/MWh). Enfin, la récupération de chaleur lors de l'incinération des déchets municipaux (dont on estime la part renouvelable à environ 50 %) est très compétitive (15-29 €/MWh).

S'agissant du biogaz, la voie de l'injection de biométhane est le moins onéreux des modes de valorisation parmi toutes les solutions examinées, avec un coût de production compris entre 72 et 112 €/MWh, très supérieur au prix du gaz naturel (24 €/MWh PCS en 2018, mais 97 €/MWh en 2022 et 47 €/MWh en 2023). Cet écart est compensé par l'Etat (à travers les charges de service public de l'énergie), le montant de ce soutien dépendant fortement des fluctuations du prix du gaz : il a varié entre 90 €/MWh avant 2020 à 12 €/MWh en 2022 et est prévu à 71 € en 2024[76].

Le coût des biocarburants fait l'objet d'un suivi régulier par le Ministère de la transition énergétique (MTE)[77]. En 2021, le prix moyen d'approvisionnement du biodiesel était supérieur de 72 % à celui du gazole fossile, à 925 €/tep[78] contre 538 €/tep, tandis que celui des bioessences était supérieur de 42 % à celui de l'essence fossile (842 €/tep contre 593 €/tep). Pour estimer le coût de la tonne de CO_2 évitée par leur incorporation, le MTE considère que l'utilisation de biocarburant permet de diminuer les émissions de CO_2 entre 50 % (seuil de durabilité fixé par la législation européenne) et 100 %, et rapporte le surcoût du biocarburant par rapport au carburant classique aux émissions ainsi évitées. En 2021, ce coût s'élèverait ainsi entre 123 €/tCO2 et 246 €/tCO2 pour le biodiesel, et entre 81 €/tCO2 et 163 €/tCO2 pour le bioéthanol. Le coût de production des biocarburants avancés (2ème génération) reste quant à lui difficile à déterminer ; les filières les plus matures comme le HVO ne sont pas représentatives d'un développement à plus grande échelle[79].

En ce qui concerne les cultures pérennes, quelques données[80] existent concernant l'utilisation des taillis à courte rotation comme source de bois de feu. Le coût varie très fortement selon les contextes. En ordre de grandeur, il se situe à environ 30 €/MWh dans des contextes plutôt favorables, c'est-à-dire sur des sols sur lesquels la culture peut se pratiquer sans aucun intrant (même s'ils restent relativement pauvres).

Comparées aux énergies solaire photovoltaïque et éolienne, les filières bioénergies déjà matures présentent des perspectives de diminution des coûts de production bien plus modestes. Elles sont toutefois déjà compétitives avec les énergies fossiles, à usages similaires, si l'on tient compte des impacts climatiques. La différence de coût entre les bioénergies et les énergies fossiles est en effet inférieur à la « valeur de l'action pour le climat »[81].

---

[75] Coûts des énergies renouvelables et de récupération, Édition 2019, ADEME
https://presse.ademe.fr/wp-content/uploads/2020/01/CP-cout-des-ENR-20012020-vdef.pdf

[76] Délibération de la CRE du 13 juillet 2023 relative à l'évaluation des charges de service public de l'énergie pour 2024 et à la réévaluation des charges de service public de l'énergie pour 2023 https://www.cre.fr/documents/Deliberations/Decision/evaluation-des-charges-de-service-public-de-l-energie-pour-2024-et-a-la-reevaluation-des-charges-de-service-public-de-l-energie-pour-2023

[77] Bilan énergétique de la France pour 2021, mars 2023
https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/bilan-energetique-2021/7-16-les-prix-des-biocarburants

[78] tep = tonne équivalent pétrole

[79] La ressource en lipides de récupération pour la filière HVO 2ème génération est limitée.

[80] Voir : Etat des lieux de la filière des Taillis à (très) courte rotation (TCR et TtCR) en Wallonie et Etude économique du Taillis à très courte rotation – Laurent Somer – août 2013
https://www.bioenergie-promotion.fr/wp-content/uploads/2013/09/etat-des-lieux-du-ttcr-en-wallonie_20130812.pdf

[81] La valeur de l'action pour le climat. France stratégie, février 2019
https://www.strategie.gouv.fr/publications/de-laction-climat

Liste des abréviations

ADEME	Agence de la transition écologique
CASI	Changement d'affectation des sols indirect
CESE	Conseil économique, social et environnemental
CIVE	Culture intermédiaire à vocation énergétique
CVT Allenvi	Consortium de valorisation thématique de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement
DRAAF	Direction régionale de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
EJ	Exajoule
EPCI	Etablissement public de coopération intercommunale
GIEC	Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat
Gieef	Groupement d'intérêt économique et environnemental forestier
GIP	Groupement d'intérêt public
GNL	Gaz naturel liquéfié
GNV	Gaz naturel véhicule (bio-GNV : d'origine biologique)
GRDF	Gaz réseau distribution France
GRT-gaz	Gestionnaire du réseau de transport gaz
ha	Hectare
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil (huile végétale hydrotraitée)
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
IDDRI	Institut du développement durable et des relations internationales
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INRAe	Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
Mt	Million de tonnes
MTE	Ministère de la transition énergétique
PAC	Politique agricole commune
PNACC	Plan national d'adaptation au changement climatique
PPE	Programmation pluriannuelle de l'énergie
RED	Renewable Energy Directive
ReFuel EU Aviation	Règlement européen concernant les carburants alternatifs pour l'aviation
SFEC	Stratégie française énergie-climat
SGPE	Secrétariat général à la planification écologique
SNBC	Stratégie nationale bas-carbone
SNMB	Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse
SRB	Schéma régional biomasse
TCR	Taillis à courte rotation
tep	Tonne équivalent pétrole
TtCR	Taillis à très courte rotation
TWh	Térawatt-heure