

**AVIS  
D'EXPERTS**

Fév.  
2024

# BIOMASSE : ENJEU STRATEGIQUE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE

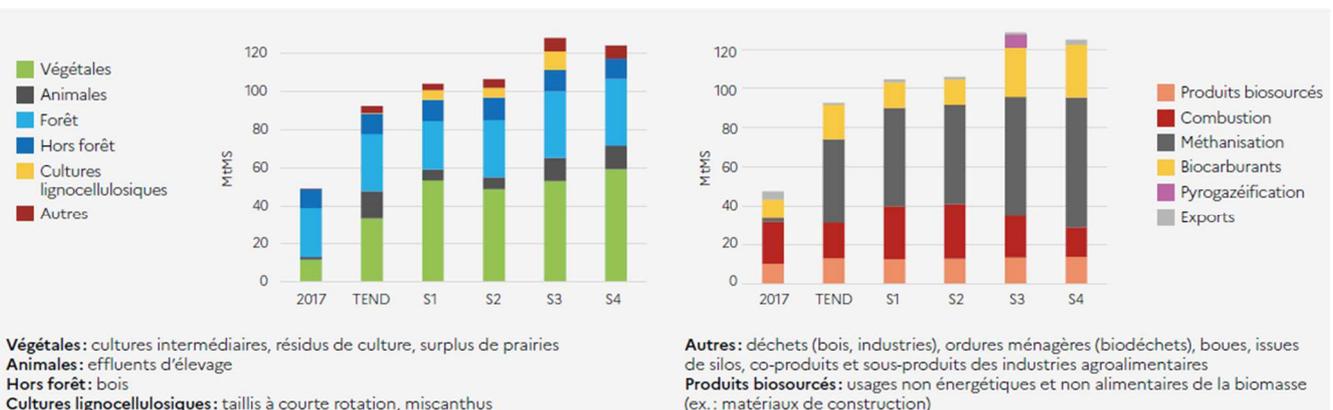
## TABLE DES MATIERES

1. Introduction et contexte.....	5
2. La biomasse, à l'interface de multiples enjeux et stratégies.....	6
3. Des volumes de biomasse potentiels importants, mais dont la disponibilité ou la mobilisation est conditionnée à l'évolution des pratiques et à la mise en œuvre d'actions fortes.....	10
4. Des usages multiples à mettre en cohérence avec les ressources disponibles .....	16
5. De la nécessaire priorisation et planification des usages de la biomasse .....	23
Conclusion.....	28
Pour en savoir plus.....	29

## Ce qu'il faut retenir : 10 enseignements principaux

De nombreux travaux ont été conduits ces dernières années pour comprendre et objectiver la contribution de la biomasse dans les objectifs de transition écologique du pays. Cette note rappelle les principaux enseignements des études récentes, ainsi que les sujets de débat. Il ressort de cette analyse 10 points majeurs :

1. Les actions concourant à la **préservation (qualitative et quantitative) des écosystèmes naturels, agricoles et forestiers sont un préalable** à la mise en œuvre d'une stratégie de mobilisation de la biomasse durable dans le temps, en complément d'être une nécessité pour maintenir les services rendus par ces milieux (alimentation, stock et puits de carbone, biodiversité, ressources en eau...). A titre d'exemple, la transition agroécologique de l'agriculture et le déploiement d'une gestion durable des forêts sont les premières étapes d'une stratégie de valorisation de la biomasse qui tient compte des enjeux de décarbonation, de préservation de la biodiversité, des sols, de l'eau et de l'air.  
Le renforcement de cohérence des stratégies de mobilisation de la biomasse, de restauration de la biodiversité et de gestion de l'eau participe également à cet enjeu.
2. Les **usages alimentaires et retour au sol (enjeu de préservation qualitative des milieux)** sont à considérer en priorité quelle que soit la stratégie de mobilisation de la biomasse retenue. Les quantités de biomasse durablement disponibles et donc mobilisables pour des usages non alimentaires (produits biosourcés et bioénergies) sont par conséquent la résultante de cette logique de priorisation.
3. Le respect de **l'adéquation entre les ressources de biomasse durablement disponibles et les usages non alimentaires envisagés** (le « bouclage ») est central pour s'assurer de l'équilibre des cycles, de la préservation des systèmes productifs et de la durabilité de la stratégie de mobilisation de la biomasse. A ce titre, des évolutions seront nécessaires à court terme : une modification de la structuration (et de l'encadrement) de l'offre biomasse est nécessaire pour limiter d'éventuelles tensions sur la ressource qui pourraient apparaître d'ici 2030 en cas d'augmentation rapide des usages de la biomasse.
4. La **sobriété des usages de la biomasse** ressort comme un des enjeux incontournables du « bouclage biomasse » pour le maintien de l'équilibre ressources/usages, et plus largement pour la réussite de la mise en œuvre d'une stratégie de mobilisation durable de la biomasse à la hauteur des objectifs fixés. Elle se traduit en une sobriété des usages alimentaires en lien avec les objectifs d'alimentation durable et afin de réduire les pressions sur les écosystèmes naturels, agricoles et forestiers, et en une sobriété des usages non alimentaires pour maintenir un niveau de mobilisation durable.
5. Dans ses scénarios prospectifs, l'ADEME a estimé que **la mobilisation de la biomasse pour l'énergie ou les matériaux pourrait doubler d'ici 2050** sous condition d'évolution des pratiques agricoles et sylvicoles ainsi que de la répartition entre usages. Cette estimation est globalement dans les mêmes ordres de grandeur que les projections en cours de réflexion dans le cadre de la SNBC.



- a. *Le potentiel de mobilisation de la biomasse d'origine agricole pour l'énergie et les produits biosourcés est le plus important, mais est conditionné à une évolution des systèmes agricoles via le déploiement de pratiques agroécologiques (couverts végétaux intermédiaires, haies et agroforesterie...) et une évolution vers des régimes alimentaires plus durables et plus équilibrés (avec une réduction des protéines animales). Cette mobilisation supplémentaire de biomasse agricole n'est ainsi pas reliée à une intensification des systèmes agricoles.*
- b. *Une mobilisation supplémentaire de la biomasse forestière (+10 Mm<sup>3</sup>, en complément du niveau de récolte actuelle de l'ordre de 52 Mm<sup>3</sup>) est envisageable mais doit nécessairement tenir compte des impacts sur la forêt de l'accélération du changement climatique, et notamment chercher à préserver au mieux les sols, le puits de carbone, la biodiversité et les paysages. Les niveaux de mobilisation de biomasse forestière dans Transition(s) 2050 restaient prudents, notamment pour les scénarios S1 et S2, en prenant l'hypothèse d'un climat dégradé, et sont du même ordre de grandeur que ceux en cours de réflexion dans la SNBC.*

6. **Une priorisation ou hiérarchisation des usages non alimentaires de la biomasse est nécessaire** pour optimiser les services rendus, et tenir compte de son volume limité. Il s'agit tout d'abord d'orienter l'usage des biomasses vers des applications matériaux et en priorité pour des produits à longue durée de vie. A la suite, et concernant les usages énergétiques, il convient notamment de tenir compte des alternatives possibles à la biomasse, de la performance énergétique et environnementale des installations et des enjeux sociaux. On doit par conséquent prioriser l'usage de la biomasse pour des besoins bien spécifiques (par exemple, usages haute température supérieurs à 100°C, pour lesquels il existe peu d'alternatives renouvelables pour répondre au besoin), et conditionner la production de chaleur renouvelable (à partir de biomasse) à l'existence d'installations à haut niveau de performance (rendement énergétique). Ces arbitrages sont non triviaux ou à conditionner à d'autres évolutions ; pour certains usages nécessitant un mix de solutions (mobilité), le recours à la biomasse pour la production de biocarburants est possible mais ne peut être envisagé sans réflexion sur la sobriété et par conséquent une réduction importante des besoins. Il semble par ailleurs nécessaire de maintenir un usage du bois énergie localement pour le chauffage domestique, pour des raisons sociales et d'appropriation, mais là aussi en s'assurant de l'utilisation d'appareils performants, tant du point de vue énergétique que de leurs impacts sur l'environnement.
7. **L'accélération du changement climatique impacte directement et fortement les écosystèmes**, fragilisant de fait les filières économiques basées sur la biomasse en générant une incertitude plus forte sur l'évaluation des biomasses disponibles pour les prochaines années (quantité et qualité). Cette situation amène à prendre avec prudence les estimations des potentiels mobilisables et à réviser régulièrement ces estimations en tenant compte de l'évolution de la situation. Elle amène également à développer les actions de renforcement de la résilience des écosystèmes et d'adaptation au changement climatique. Enfin, elle implique de penser des circuits et infrastructures de valorisation de la biomasse suffisamment flexibles et résilients (pour avoir la capacité de traiter des variations de flux annuels importantes), et correctement dimensionnés (pour ne pas induire de trop fortes pressions sur les milieux lors de périodes de crise).
8. **La pérennisation et l'amélioration de la visibilité, pour les entreprises et les collectivités, des dispositifs d'accompagnement et des opérateurs les pilotant sont des éléments clés pour faciliter leur mobilisation.** Il s'agit de permettre aux acteurs de se projeter sur cette filière stratégique et de veiller à coordonner les actions entre l'amont (structuration de l'offre de la biomasse forestière et agricole) et l'aval (valorisation en produits biosourcés et bioénergies).

9. **L'amélioration des bilans environnementaux de chaque filière de valorisation et d'usage de biomasse dans le cadre de projets techniques et scientifiques ambitieux doit être poursuivie.** Ce sujet, qui fait souvent l'objet de débats, est d'une forte complexité. Compte tenu des enjeux de la biomasse dans la transition écologique, il s'agit de maintenir une dynamique scientifique forte permettant de produire une connaissance nécessaire aux arbitrages et aux orientations.
10. **La création d'instances inter-organismes de partage des données et des méthodes est nécessaire à court terme, notamment pour renforcer l'analyse systémique de la biomasse,** éclairer les décideurs publics et privés et améliorer le suivi des ressources et usages au niveau national et au niveau territorial. Il s'agira également de mieux outiller et renforcer le rôle des cellules biomasse en réaffirmant notamment leur rôle d'évaluateur des plans d'approvisionnement des projets. Ces actions participeraient à la mise en œuvre d'un nouveau cadre de gouvernance de la biomasse qui aurait vocation à orienter l'action publique et s'assurer de la mise en cohérence de l'ensemble des orientations publiques et de leurs déclinaisons opérationnelles

*Ces messages rappellent la complexité de la gestion de la biomasse liée à ses multiples enjeux environnementaux, économiques et sociaux, et à ses multiples interfaces avec plusieurs filières.*

# 1. Introduction et contexte

La biomasse est un des enjeux clés de la transition écologique, à l'interface de multiples enjeux environnementaux, économiques et sociaux. L'ADEME souhaite par cet avis d'experts présenter des éléments factuels sur les ressources et les usages de la biomasse, et dégager les principaux enseignements sur la biomasse des scénarios Transition(s) 2050 en vue d'éclairer les débats, et de contribuer à la révision en cours des politiques publiques.

La biomasse est définie, en France, dans l'article L211-2 du Code de l'énergie comme « *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* ». La biomasse est, par conséquent, produite :

- Soit directement dans la nature, dans le cas des végétaux et animaux ;
- Soit indirectement, dans le cas des résidus issus de matière vivante, c'est à dire des déchets animaux et végétaux issus des activités humaines. Dans le cas des déchets, seule la fraction fermentescible de ces déchets est assimilée à de la biomasse.

La production et la mobilisation de biomasse doivent répondre en premier lieu aux besoins alimentaires de la société et, de façon interdépendante, au maintien de la fertilité des sols et de la qualité des milieux dont elle (la biomasse) est issue. Ces usages, et par conséquent les ressources nécessaires pour y répondre, sont toujours à considérer en priorité.

Ainsi, le périmètre de cette note se limitera à la biomasse (résultante) pour des valorisations non alimentaires. Cela ne nous interdit cependant pas de questionner (et réviser) l'évolution de nos besoins alimentaires, et *in fine* les ressources en biomasse nécessaires pour les couvrir.

Les principales ressources de biomasse mobilisables pour une valorisation matière, chimique ou énergétique concernent :

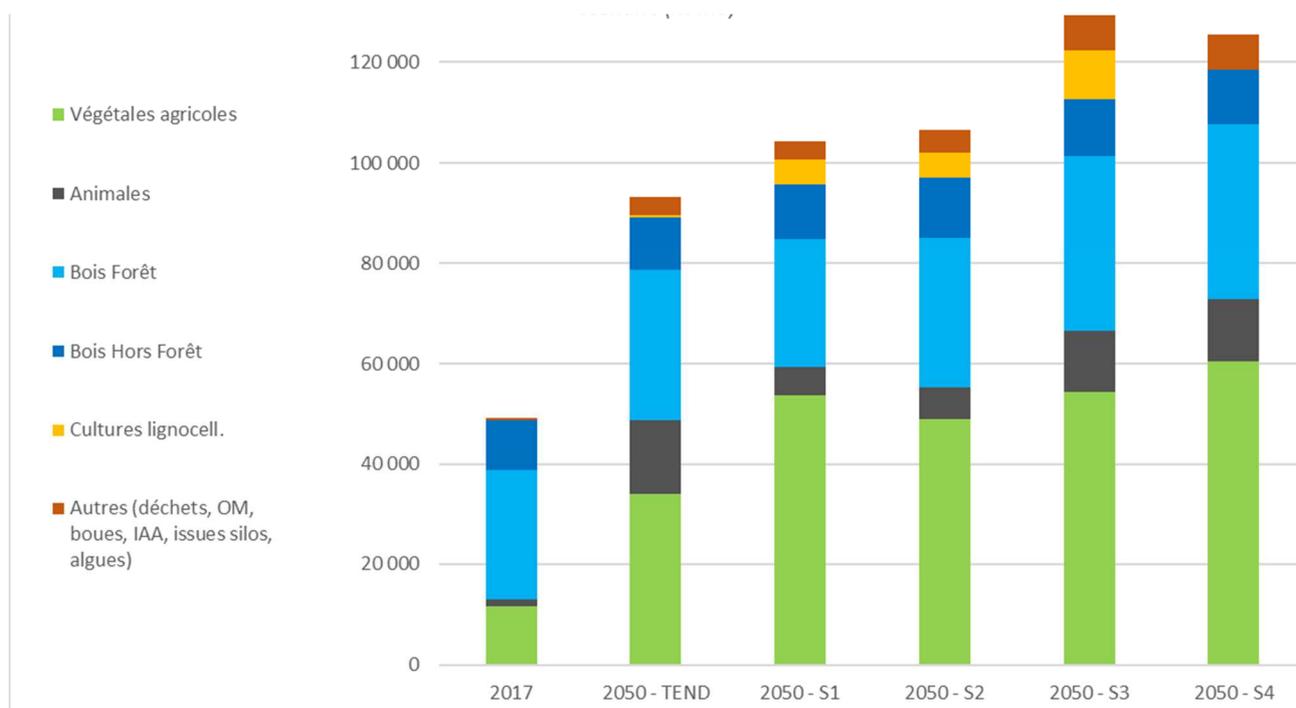
- Les matières premières issues de l'agriculture (productions végétale et animale), des opérations de récolte et de stockage, et de l'entretien des parcelles et zones agricoles. On retrouve ainsi à la fois les cultures énergétiques, les couverts végétaux ou cultures intermédiaires, les coproduits et résidus agricoles, les effluents d'élevage (fumiers, lisiers), les résidus de cultures pérennes (arboriculture, viticulture) et les matières issues de silos de stockage (céréales, maïs, oléagineux);
- Les ressources halieutiques (notamment des algues et microalgues ou les coquilles de mollusques) ;
- Le bois, provenant de la forêt ou d'espaces non forestiers, comme les vergers ou les haies. Il peut également s'agir de connexes des industries du bois, de bois de récupération ou de rebut. A ce titre, les coproduits issus des industries du bois (première et deuxième transformation telles que les scieries, les menuiseries, les unités de production de panneaux et de papier) sont à considérer ;
- Les coproduits générés par les industries agroalimentaires (ensemble des flux des industries agroalimentaires autres que ceux destinés à l'alimentation humaine en première intention) : anciennes denrées alimentaires, sous-produits dont les sous-produits animaux, résidus, écarts de tri et de transformation...

Coproduits, sous-produits et déchets sont des termes communément utilisés pour désigner des productions "induites", c'est-à-dire des productions indissociables des cycles de production du ou des produits commerciaux majeurs.

Pour l'ensemble des scénarios ADEME, la consommation de biomasse visée en 2050 est largement supérieure à celle de 2017 pour les usages non alimentaires (facteur 2 à 2,5), avec en priorité une mobilisation forte des biomasses végétales d'origine agricole (y compris les cultures lignocellulosiques). Le volume de biomasse total mobilisé pour des usages non alimentaires dépasserait en 2050 les 100 MtMS<sup>1</sup> et fait de cette ressource un « pilier » d'une stratégie de moindre dépendance aux énergies fossiles et un atout pour atteindre la neutralité carbone. Même si le travail de mise à jour de la SNBC n'est pas encore finalisé avec des chiffrages stabilisés, les projections envisagées pour la consommation de biomasse pour des usages énergétiques à l'horizon 2050 (de l'ordre de 320 TWh en énergie finale) sont cohérentes avec certains des scénarios ADEME mis en avant dans Transition(s) 2050 : elles se traduisent par un niveau de mobilisation de biomasse élevé, au-delà du scénario S2, mais bien inférieur aux scénarios S3 et S4 qui maximisent les volumes de biomasse mobilisés et valorisés.

---

<sup>1</sup> MtMS : Millions de tonnes de matière sèche.



Graphique 1 : Consommation de biomasse tous usages non alimentaires confondus (en ktMS) pour les scénarios Transition(s) 2050 ADEME

## 2. La biomasse, à l'interface de multiples enjeux et stratégies

La place à octroyer à la biomasse dans la transition écologique et énergétique est au cœur de multiples débats. Elle est également au cœur de plusieurs politiques publiques sur la transition énergétique, le changement climatique, l'eau, la protection de la biodiversité, la production agricole, la forêt... On attend beaucoup de la biomasse, notamment de répondre aux enjeux de souveraineté alimentaire et d'alternative aux énergies fossiles et aux matériaux issus de ressources non renouvelables. Étant donnée la diversité des ressources naturelles disponibles en France, le recours à la biomasse est un atout stratégique dans la transition écologique et énergétique, mais il doit se raisonner en intégrant l'ensemble des enjeux.

### 2.1. Les enjeux de la biomasse

La biomasse se trouve ainsi à l'interface de plusieurs enjeux fondamentaux :

- **L'enjeu de la préservation des écosystèmes et des services associés**

Les biomasses sont issues (directement ou indirectement) d'écosystèmes plus ou moins anthropisés tels que les forêts, les systèmes agricoles ou les milieux aquatiques. Ceux-ci assurent des rôles essentiels pour la société par la préservation de la biodiversité et de ses fonctions, notamment dans le cas des sols, dans le cycle de l'eau, d'un point de vue quantitatif et qualitatif, et dans l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ses conséquences. Les stratégies de déploiement des usages de la biomasse sont donc en interface directe avec de multiples enjeux environnementaux de protection des milieux (biodiversité, eau, sols, climat...).

Les milieux agricoles et forestiers, qui couvrent de l'ordre de 90 % du territoire national, façonnent également des paysages en coévolution constante avec les changements de la société. En particulier, ces espaces assurent des fonctions sociales récréatives pour la population, qui contribuent à une sensibilité forte des citoyens sur la préservation de leur qualité.

Le caractère renouvelable de la biomasse est conditionné à la préservation de la qualité de ces écosystèmes naturels et productifs. Aussi, la préservation de la qualité des milieux, et notamment la préservation de l'eau, de la biodiversité et de la santé des sols, doivent faire partie intégrante des stratégies de mobilisation de la biomasse.

### - L'enjeu de la préservation des stocks et puits de carbone naturels

Les forêts et les sols constituent les principaux réservoirs de carbone continentaux. A l'échelle mondiale, la biomasse et les sols stockent plus de carbone que l'atmosphère. Aussi, l'évolution des quantités stockées génère des puits (si les stocks sont en augmentation) ou des émissions importantes de gaz à effet de serre (GES ; si réduction des stocks de carbone dans ces réservoirs). Si à l'échelle mondiale les écosystèmes sont émetteurs de GES en raison notamment de la déforestation, en France la forêt est un puits de carbone du fait de la croissance biologique des arbres et de l'augmentation régulière de la surface forestière. A contrario, le stock de carbone des sols en France présente actuellement une tendance baissière.

La préservation de cette fonction de puits de carbone constitue un enjeu important de la lutte contre le changement climatique et de l'atteinte de la neutralité carbone en 2050, ce puits devant compenser les émissions résiduelles. Or, on observe une diminution importante (division par 2) du puits de carbone forestier depuis 10 ans en raison de l'accélération du changement climatique (fortes chaleurs, sécheresses...), des attaques de bioagresseurs (pathogènes, parasites, ravageurs) et, dans une moindre mesure, de l'augmentation des prélèvements. Ces perturbations, qui agissent souvent en cascade voire en synergie, induisent dès à présent une diminution de la vitesse de croissance des arbres (-10% entre 2015 et 2020) et une augmentation de la mortalité des peuplements (+ 54 % entre 2015 et 2020). Certains scénarios en cours de travail montrent même la possibilité d'une inversion du puits de carbone forestier en source.

Au-delà de l'impact du changement climatique, les analyses montrent aussi que le niveau de prélèvement de biomasse et les pratiques mises en œuvre ont des impacts sur le puits de carbone des écosystèmes. Les scénarios avec un niveau de prélèvement élevé sont ceux qui majorent les effets de substitution des ressources fossiles et de séquestration du carbone dans des produits bois à longue durée de vie, mais qui induisent des puits de carbone plus réduits. Il s'agit là aussi de trouver les bons niveaux d'équilibre entre ces deux fonctions, et s'assurer de ne pas inverser le puits de carbone.

### - L'enjeu de substitution des matériaux et énergies non renouvelables

La biomasse est depuis toujours utilisée pour produire de l'énergie (ex : bûches) et pour de multiples produits biosourcés (poutres, bardage...). Avec l'évolution des technologies et des process, son spectre d'utilisation est de plus en plus large, lui permettant aujourd'hui de théoriquement se substituer à la plupart des ressources non renouvelables, que ce soit dans les domaines de l'énergie ou des matériaux. La substitution vise une réduction des émissions de GES et un prolongement des stocks de carbone. Ainsi, sous condition de préservation de l'équilibre des écosystèmes, l'augmentation des usages de la biomasse est un levier important pour réduire notre dépendance aux ressources non renouvelables.

Si la biomasse est aujourd'hui, en France, une ressource renouvelable, sa disponibilité reste néanmoins limitée et elle ne peut répondre à l'ensemble des besoins de la société. Le développement de son utilisation ne peut se faire qu'en intégrant au préalable les leviers de sobriété à chaque fois que cela est possible, en s'assurant de la préservation des écosystèmes, et en envisageant les alternatives possibles (pour les usages énergétiques) avec l'ensemble des autres sources d'énergie renouvelable. Les risques de conflit d'usage des biomasses doivent être au cœur des réflexions de chaque filière, à l'instar des risques de changement d'usage des sols ou d'intensification des pratiques. Enfin, la diversification du mix énergétique en s'appuyant sur le développement conjoint des différentes sources d'énergie renouvelable (biomasse, géothermie, solaire...) est un levier important à actionner dès à présent.

### - L'enjeu des impacts du changement climatique

Les écosystèmes sont directement impactés par l'accélération du changement climatique, notamment par les sécheresses, les canicules, les parasites, les incendies (augmentation en nombre et en intensité de ces événements) ... Cette situation génère une augmentation de l'incertitude sur leur contribution possible dans la transition écologique, que ce soit en ce qui concerne le puits de carbone, le potentiel de substitution des ressources non renouvelables, le maintien ou la restauration de la biodiversité... Pour préserver les services attendus du monde du vivant, l'adaptation des pratiques et plus globalement des écosystèmes est une priorité absolue pour tenter de limiter au maximum les effets négatifs du changement climatique.

Ces enjeux sont à considérer dans leur globalité, pour trouver les bons équilibres, et ainsi optimiser la contribution des écosystèmes et de la biomasse aux objectifs de transition écologique du pays. L'enjeu est de taille, afin d'assurer un niveau de mobilisation important de la biomasse sans pour autant déséquilibrer les écosystèmes et les filières dont sont issues les différentes formes de biomasse.

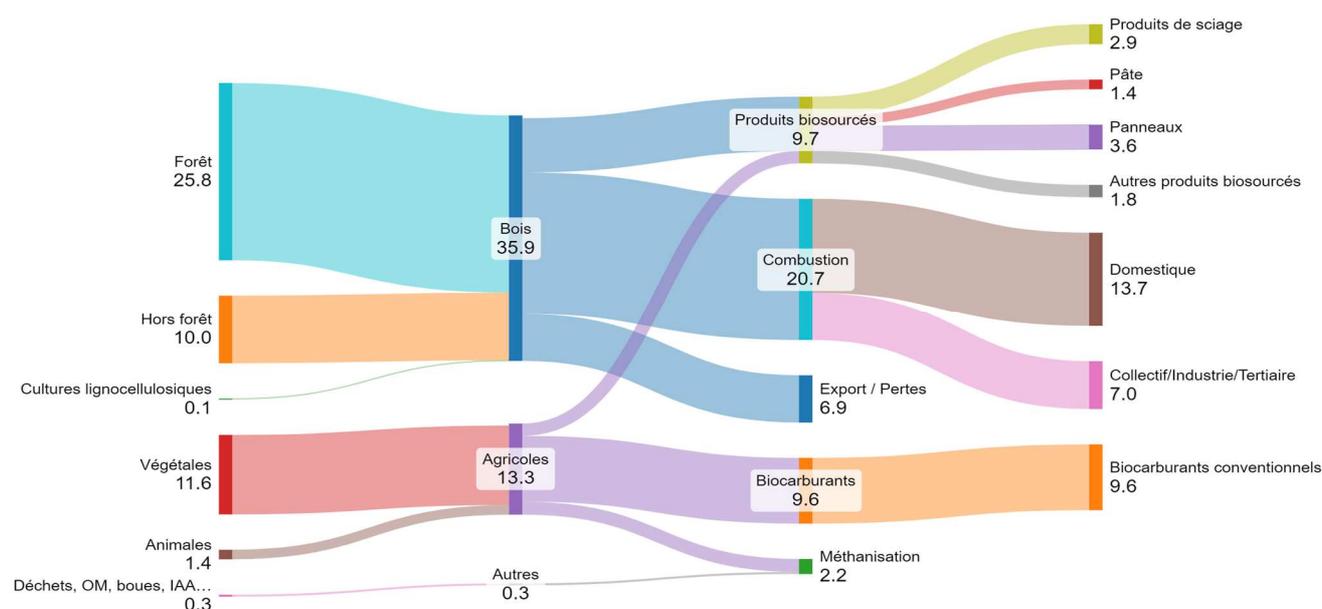
## 2.2. La question du bouclage biomasse

Les scénarios prospectifs se doivent d'être cohérents entre les ressources disponibles (en cohérence avec l'évolution des systèmes agricoles et forestiers ainsi que celle de nos régimes alimentaires) et les usages envisagés. A ce titre, une vision globale (ensemble des biomasses) et systémique (ensemble des flux et des usages) doit être élaborée pour s'assurer du maintien de cet équilibre : **on parle alors du respect du bouclage biomasse (inspiré de la notion de bouclage électrique ou thermique)**. De même, a contrario de l'électricité, la biomasse se stocke plus facilement mais son transport sur de longues distances reste à limiter (en raison de coûts économiques et d'impacts environnementaux importants). Il y a par conséquent des enjeux forts de territorialisation et d'appropriation des usages de ces ressources.

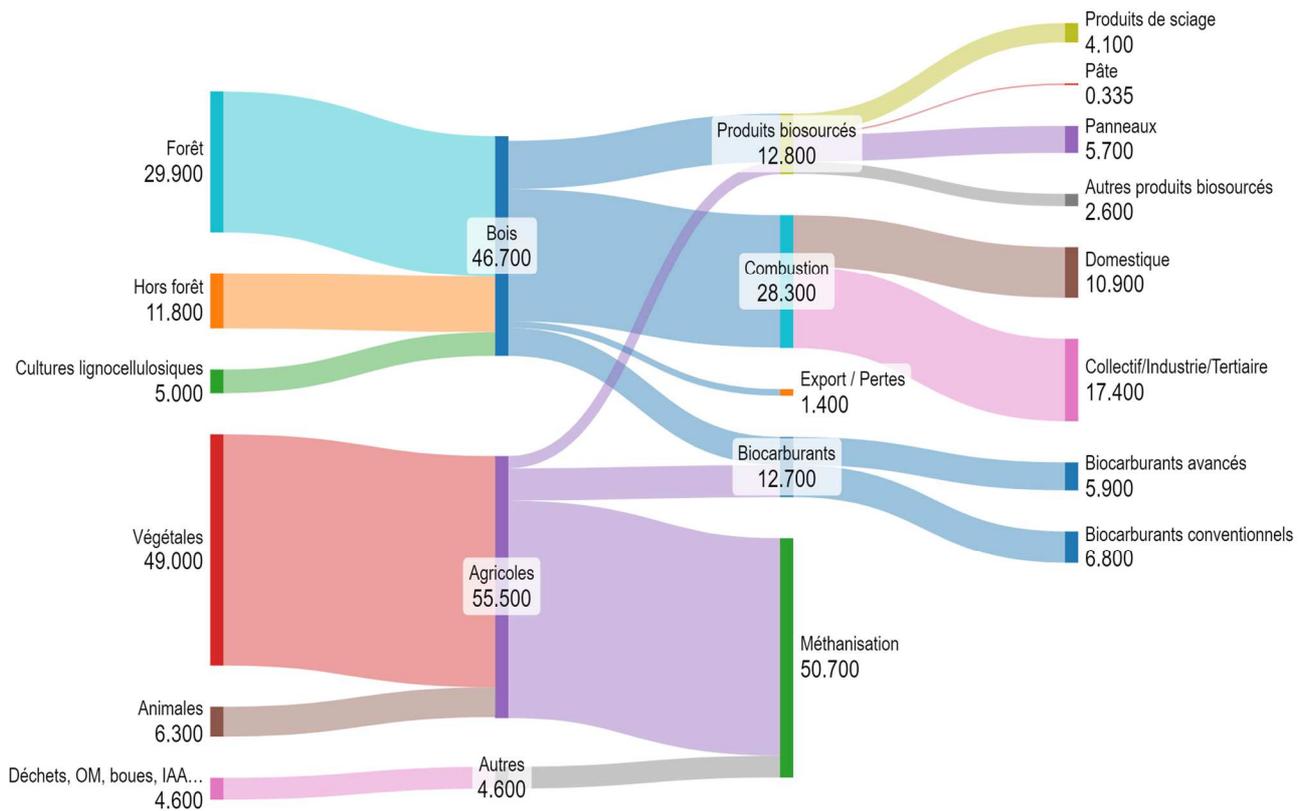
L'exercice Transition(s) 2050 a ainsi, à l'instar d'autres prospectives, nécessité de s'assurer de ce point structurant : il en ressort ainsi que, pour les scénarios S2 et S3, les différents usages de la biomasse varient, à l'horizon 2050, dans les fourchettes présentées ci-dessous :

- Produits bois :
  - o Augmentation de la production de sciages de 37 à 40% ;
  - o Augmentation de la production de panneaux de 55 à 60%.
- Biomasse énergie :
  - o Industrie/Réseaux de chaleur/Tertiaire : consommation de bois de 64 à 86 TWh, production de chaleur de 47 à 67 TWh ;
  - o Résidentiel : consommation de bois de 42 à 53 TWh, production de chaleur de 36 à 46 TWh.
- Biogaz (énergie finale) :
  - o Méthanisation : production de biométhane de 105 à 130 TWh ;
  - o Pyrogazéification : production de biométhane issue de biomasse de l'ordre d'une 20aine de TWh.
- Biocarburants :
  - o Mobilisation de biomasse de 50 à 100 TWh ; la fourchette est très étendue en raison d'une forte dépendance à la disponibilité de ressources potentiellement valorisées pour d'autres usages ;
  - o L'objectif d'une mobilisation de biomasse de près de 100 TWh ne peut être atteint qu'en actionnant conjointement un levier pour limiter les autres usages des biomasses lignocellulosiques et un levier pour maximiser leur production (via notamment les cultures lignocellulosiques).

A noter que ces potentiels d'usage non alimentaire de la biomasse s'appuient sur de multiples hypothèses de production, de répartition des usages de la biomasse ou encore de réduction de certaines exportations (par exemple les grumes). A titre de comparaison, et afin d'observer l'évolution attendue sur les flux de biomasses à l'horizon 2050, les diagrammes de Sankey (en MtMS) pour la période 2017-2018 et pour le scénario S2 de Transition(s) 2050 sont présentés ci-dessous :



Graphique 2 : Flux de biomasse en France métropolitaine en 2018 pour des usages non alimentaires (en MtMS)



Graphique 3 : Flux de biomasse en France métropolitaine à l'horizon 2050 pour des usages non alimentaires (en MtMS), scénario S2 Transition(s) 2050 ADEME

Cette représentation des flux de biomasse permet de vérifier la cohérence entre les usages visés à l'horizon 2050 et l'évolution de la ressource disponible, et donc de vérifier le respect du bouclage de la biomasse. Elle montre également, pour ce scénario, l'évolution attendue d'ici 2050 et par conséquent l'augmentation importante des usages de la biomasse pour la méthanisation ou le bois énergie dans l'industrie et les collectivités. Une analyse plus précise de chacune des ressources et des usages est présentée dans la suite du document.

**Zoom Horizon 2030 :** en lien avec l'exercice Transition(s) 2050, et afin de tenir la trajectoire pour atteindre les objectifs 2050 pour les scénarios S2 et S3, les objectifs intermédiaires (horizon 2030) suivants seraient à respecter :

- Produits bois :
  - o Augmentation de la production de sciages de 11 à 25% ;
  - o Augmentation de la production de panneaux de 20 à 40%.
- Biomasse énergie :
  - o Industrie/Réseaux de chaleur/Tertiaire : consommation de bois de 61 à 74 TWh, production de chaleur de 49 à 60 TWh ;
  - o Résidentiel : consommation de bois de 55 à 60 TWh, production de chaleur de 49 à 53 TWh.
- Biogaz (énergie finale) :
  - o Méthanisation : production de biométhane de l'ordre de 45 TWh ;
  - o Pyrogazéification : production de biométhane issue de biomasse de l'ordre d'un TWh.
- Biocarburants : mobilisation de biomasse de 25 à 55 TWh ; la fourchette est très étendue en raison de l'incertitude sur le temps de développement et de maîtrise de la voie des biocarburants de 2<sup>ème</sup> génération.

Il est par ailleurs important de souligner que les chiffrages ci-dessus sont obtenus à partir d'estimations et d'hypothèses<sup>2</sup>, aux différents horizons de travail (2030, 2035 et 2050), aussi bien sur les volumes de biomasses mobilisées, les rendements de conversion, le niveau de maturité des filières énergétiques et les usages envisagés.

<sup>2</sup> <https://librairie.ademe.fr/recherche-et-innovation/5072-prospective-transitions-2050-rapport.html>

### 3. Des volumes de biomasse potentiels importants, mais dont la disponibilité ou la mobilisation est conditionnée à l'évolution des pratiques et à la mise en œuvre d'actions fortes

#### 3.1. Biomasse agricole : un potentiel important sous condition d'évolution des systèmes de production et des régimes alimentaires

L'exercice Transition(s) 2050 montre que les principaux volumes potentiellement disponibles dans le secteur agricole concernent les productions végétales (CIVE<sup>3</sup>, résidus de culture) et les effluents d'élevage. Le volume supplémentaire mobilisable est potentiellement plus important que celui de la forêt, mais il repose sur plusieurs conditions essentielles :

- **Une modification des systèmes agricoles**, avec le développement de pratiques agroécologiques qui s'accompagnent d'une généralisation des cultures intermédiaires, des haies et de l'agroforesterie. Le potentiel réellement mobilisable dépendra par ailleurs d'autres facteurs telle que la disponibilité en eau, la préservation de la qualité des sols et de la biodiversité. Atteindre ce potentiel de biomasse agricole en 2050 implique entre 10 et 12 Mha de cultures intermédiaires implantées dans ces systèmes (hiver et été confondus), un développement de l'agroforesterie sur 1 à 2 Mha de terres cultivées, et un quasi doublement du linéaire de haies ;
- **Une évolution des régimes alimentaires de la population**, qui modifie considérablement leur empreinte sols et les surfaces nécessaires pour de telles productions agricoles, et *in fine* la répartition possible pour les usages des sols. Selon les scénarios, c'est potentiellement 1 à 2 Mha qui pourraient être libérés par l'évolution des régimes alimentaires. Ces terres pourraient alors être utilisées pour d'autres fonctions (espaces naturels, forêts, cultures lignocellulosiques).

L'existence et la mobilisation d'une ressource en biomasse agricole renouvelable est par conséquent la résultante d'une stratégie plus globale de déploiement de systèmes agricoles durables qui visent à : favoriser la couverture des sols, adapter et diversifier les cultures, préserver/restaurer la santé des sols et limiter leur dégradation, préserver la ressource en eau et la biodiversité. En particulier la restitution de biomasse (retour au sol) et la contribution au cycle de la matière organique (maintien des résidus, intercultures, retour au sol des composts/digestats, etc.) doivent demeurer la priorité pour préserver voire augmenter les stocks de carbone des sols et les services écosystémiques associés.

Certaines productions de biomasse apportent des co-bénéfices environnementaux autres que la production de matière première. Par exemple, les cultures ou couverts intermédiaires (CI<sup>4</sup>) permettent une réduction des fuites d'azote, l'enrichissement des sols en matière organique, le stockage de carbone dans les sols et la limitation de l'érosion. La plantation d'arbres en bordure – les haies – et en plein champ (cultures ou prairies) – l'agroforesterie, contribue également à renforcer la résilience des systèmes de production, à maintenir des milieux riches en biodiversité, à limiter l'érosion et la régulation des flux d'eau. Il est ainsi nécessaire de rechercher ces synergies entre la production de biomasse agricole et les autres services environnementaux ou sociaux.

#### Zoom sur les haies

Pour la biomasse agricole ligneuse (haies, agroforesterie), l'enjeu d'augmentation des surfaces et des linéaires est majeur. Les scénarios ADEME prévoient un doublement du linéaire de haies bocagères à 2050 pour S1 et S2, alors que le tendanciel est à une augmentation faible (+10% à 2050). Cette hypothèse doit s'appuyer sur une vraie impulsion et des politiques de soutien pour préserver l'existant d'une part (environ 500 000 km linéaire), stopper la réduction actuelle (disparition de 20 000 km/an de haies bocagères selon l'estimation du rapport CGAAER 2023 "La haie, levier de la planification écologique") d'autre part, et enfin soutenir massivement la replantation et la gestion durable des haies.

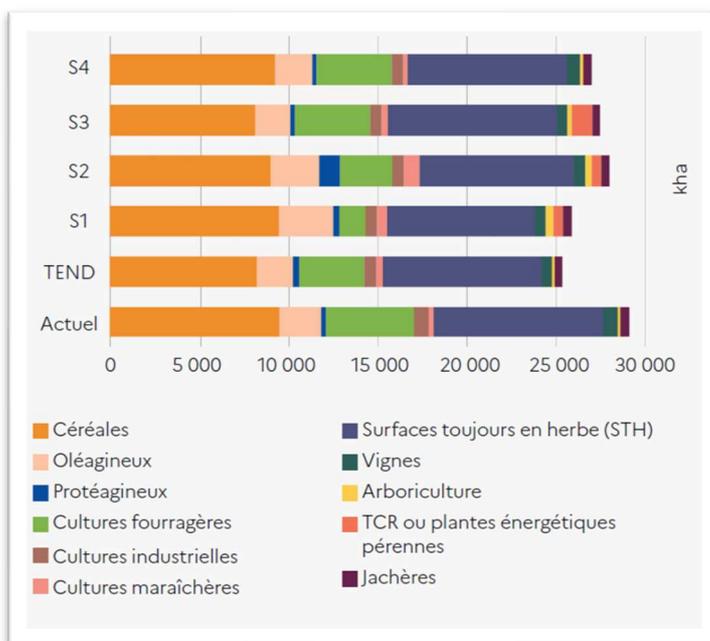
Les impacts de l'accélération du changement climatique sur l'agriculture ajoutent de l'incertitude aux estimations de potentiel mobilisable. Ainsi, les stratégies d'adaptation du secteur qui seront mises en œuvre dans les prochaines années seront déterminantes sur l'évolution de la biomasse réellement mobilisable. On peut notamment souligner une stagnation des rendements agricoles déjà globalement constatée. Ainsi, les scénarios ADEME font l'hypothèse d'une baisse de rendement marquée dans S1 et S2 (-25% environ à 2050 par rapport à 2020 pour le blé tendre), du fait notamment d'une réduction forte des intrants (intégration des objectifs de

<sup>3</sup> CIVE : cultures intermédiaires à vocation énergétique

<sup>4</sup> Une culture intermédiaire est une culture non alimentaire implantée entre deux cultures principales d'une rotation culturale. Une culture principale étant la culture ayant le cycle le plus long ou la culture en place identifiable par des chaumes entre le 15/06 et le 15/09 ou une culture sous contrat.

réduction des pesticides et des fertilisants minéraux). A cela s'ajoute l'incertitude de la disponibilité en eau dans les prochaines années, qui deviendra un des principaux facteurs limitant des productions.

Par ailleurs, une réduction des surfaces agricoles utiles est à anticiper (en l'absence de politiques fortes pour la limiter) : en tendanciel la perte de SAU est de l'ordre de 13% à 2050, principalement par l'artificialisation de terres arables et l'afforestation. Les résultats de l'exercice Transition 2050 montrent que, quel que soit le scénario retenu, il est indispensable de ralentir si ce n'est annuler le rythme d'artificialisation des sols (pour maintenir une SAU en 2050 de 25,5 à 27,5 Mha), et de renforcer la politique de planification de l'usage des sols.



Graphique 4 : Surface agricole utile dans chaque scénario à l'horizon 2050 et comparaison avec l'état actuel (Transition(s) 2050 ADEME)

### Zoom sur les cultures lignocellulosiques (taillis à courte rotation (eucalyptus, bouleau), miscanthus, switchgrass..)

Ces types de biomasses, cultivées sur des surfaces très limitées jusqu'à présent (environ 11 000 ha pour le miscanthus en France par exemple), pourraient être mobilisées pour répondre à de futurs besoins et usages. Ainsi, comme présentés dans différents exercices prospectifs, les surfaces et par conséquent les quantités de biomasses lignocellulosiques pourraient augmenter au cours des prochaines années. L'enjeu de leur production et mobilisation est de répondre conjointement à un enjeu de préservation des écosystèmes (sols, eau, biodiversité...), d'augmentation du volume de biomasse valorisable (en réponse à nos usages), de fourniture de services écosystémiques complémentaires et d'usage de terres (agricoles) libérées par l'évolution de leurs pratiques (alimentaires notamment).

Ce dernier point est essentiel à respecter afin de ne pas envisager l'utilisation d'autres surfaces (forestières notamment) pour l'implantation de ces cultures.

Ces cultures sont ainsi présentes dans de nombreux exercices prospectifs et pourraient se développer sur des surfaces conséquentes, de 0,5 à 1 Mha ; se posent néanmoins les questions sur les leviers et dispositifs pour accompagner et planifier leur implantation, sur leurs réponses aux aléas et évolutions climatiques, et sur leurs besoins en eau.

## **3.2. Biomasse forestière : une ressource à valoriser, mais des écosystèmes soumis à des pressions grandissantes et variables dans le temps**

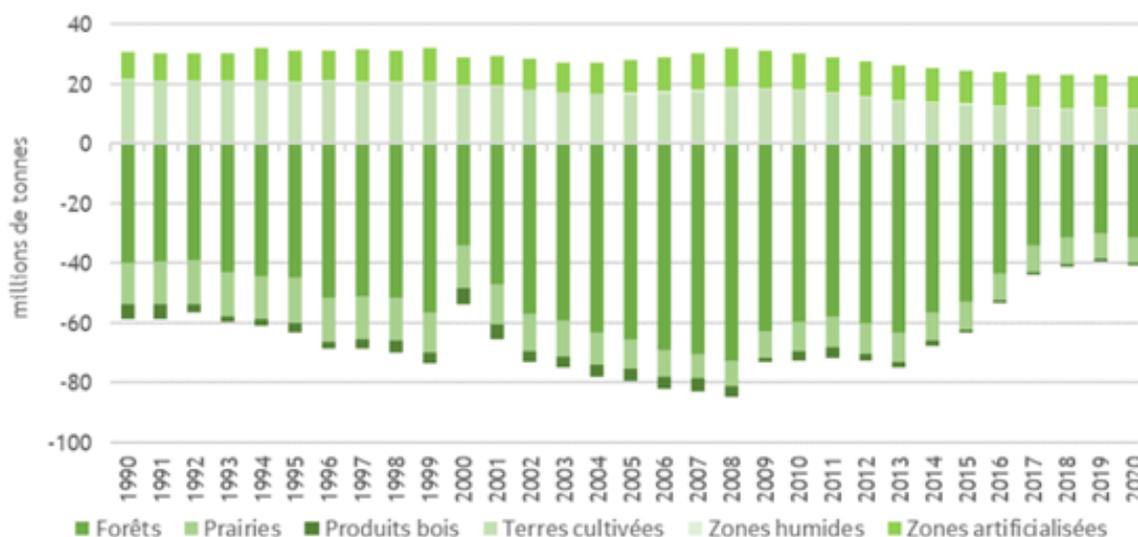
La surface de la forêt française en France métropolitaine (17,3 Mha en 2022<sup>5</sup>) est en augmentation régulière ; la France métropolitaine possède la 4<sup>ème</sup> forêt d'Europe en surface et la 3<sup>ème</sup> en volume. Le volume de bois sur pied a également augmenté fortement ces dernières décennies (1,8 Gm<sup>3</sup> en 1985, 2,8 Gm<sup>3</sup> en 2021), avec un ralentissement de cette dynamique ces dernières années. La forêt en métropole est principalement feuillue (72 %

<sup>5</sup> Mémento IGN : <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique11>

des surfaces forestières et 65 % des volumes sur pied). A contrario, si l'on rapporte la production à l'hectare, l'importance du résineux est à souligner : 216 m<sup>3</sup>/ha en moyenne pour les peuplements à essences dominantes résineuses contre 158 en moyenne pour les peuplements feuillus, et une production annuelle de 8,1 m<sup>3</sup>/ha/an contre 4,5 pour les peuplements à dominante feuillus en moyenne. Le taux de prélèvement de bois (69 % en 2023) reste largement inférieur à l'accroissement biologique annuel.

Néanmoins, les forêts sont sensibles à la fois aux évolutions climatiques, à la pollution atmosphérique, à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes, et à l'émergence de nouvelles maladies et pathogènes. Ces perturbations (sécheresses, canicules, maladies...) induisent déjà une diminution de la vitesse de croissance des arbres (-10% entre 2015 et 2020), une augmentation de la mortalité des peuplements (+ 54 % entre 2015 et 2020), et vont également modifier les aires de compatibilité climatique des essences forestières. L'accélération de ces phénomènes climatiques et des risques biotiques et abiotiques (incendies, maladies, etc.) augmente le niveau d'incertitude sur l'évolution des forêts françaises et leurs contributions à la transition écologique, que ce soit via le réservoir et le puits de carbone, la préservation de la biodiversité ou les prélèvements en biomasse.

Le puits de carbone forestier a d'ores et déjà été divisé par 2 entre 2010 et 2020 (cf graphe ci-dessous) sous l'effet principalement des crises.. On observe par ailleurs ponctuellement et sur des zones géographiques bien délimitées une inversion du puits en source : les forêts de la Région Grand Est par exemple ont été en 2020 une source de CO<sub>2</sub>e



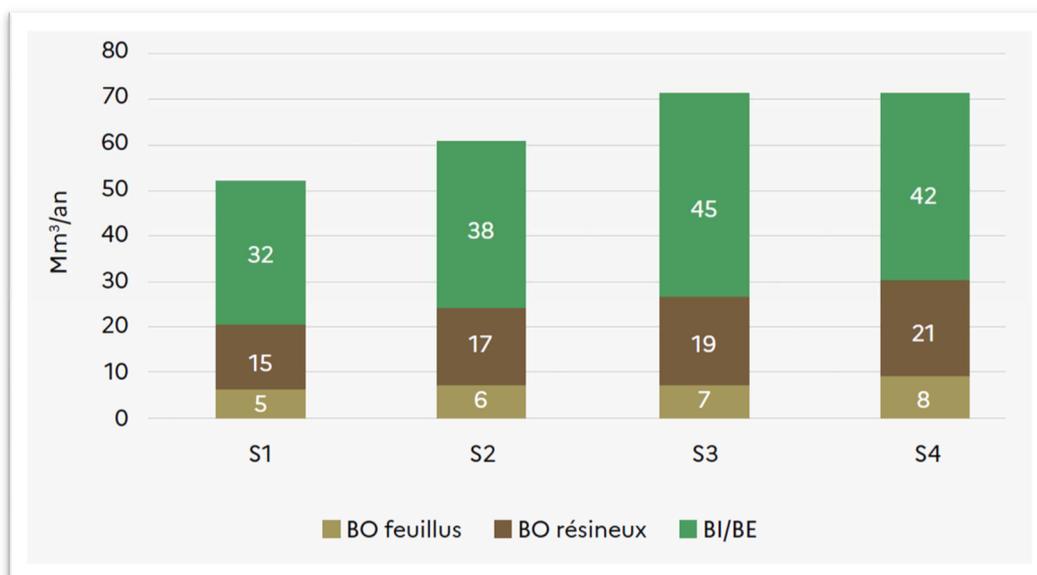
Graphique 5 : Répartition des émissions et absorptions de CO<sub>2</sub> eq (millions de tonnes) du secteur de l'UTCATF en France (métropole et outre-mer UE)  
(source : Utilisation des Terres, Changement D'affectation des Terres et Forêt, Citepa, Rapport Secten édition 2022)

### **Zoom Etude « Projections des disponibilités en bois et des stocks et flux de carbone du secteur forestier français »**

Une étude IGN-FCBA en cours, financée par l'ADEME et les ministères, et dont les résultats définitifs paraîtront au 1<sup>er</sup> semestre 2024, présentera des projections de l'évolution du puits de carbone aux horizons 2030 et 2050 selon différents scénarios de récolte, d'effet du climat et de reboisement.

Dans ce contexte, favoriser la résilience des forêts constitue une priorité absolue pour limiter leur dégradation et celle des services écosystémiques associés. De façon générale, les pratiques forestières favorisant l'adaptation des peuplements au changement climatique sont donc à favoriser (diversification des essences et des modes de gestion, préservation de la qualité des sols et diversification de la structure des peuplements en fonction du potentiel des stations...). Dans le cadre de France 2030, le dispositif de renouvellement forestier géré par l'ADEME pour les ministères vise cet objectif de renforcement de la résilience des forêts.

La disponibilité potentielle de biomasse forestière, avec le niveau de mobilisation envisageable, doivent rester le point d'entrée (et structurant) de la construction des scénarios d'usage de la biomasse, afin de ne pas aboutir à des trajectoires qui mettraient à mal ces écosystèmes et réduiraient drastiquement l'ensemble des services rendus.



Graphique 6 : Récolte de bois en forêt en 2050 par catégorie (BO : bois d'œuvre ; BI : bois d'industrie ; BE : bois énergie) dans les différents scénarios Transition(s) 2050 (pour rappel, récolte en 2020 de 52 Mm<sup>3</sup> de bois en forêt)

Plusieurs scénarios de mobilisation de biomasse forestière ont été étudiés ces dernières années, repris dans les scénarios ADEME *Transition(s) 2050*. C'est le scénario de mobilisation maximale de biomasse qui était utilisé dans la précédente SNBC, avec une récolte en 2050 supérieure à 70 Mm<sup>3</sup>. Cet objectif est actuellement revu à la baisse dans le cadre de l'élaboration de la nouvelle SNBC. En effet, le précédent objectif interroge de plus en plus sur sa faisabilité technico-économique et sa pertinence pour plusieurs raisons :

- Sa mise en œuvre est soumise à une condition de mobilisation de biomasse importante chez les petits propriétaires privés et donc une mise en gestion des parcelles d'une bonne part des forêts privées non soumises à PSG (Plan Simple de Gestion, seuls 50 000 propriétaires sur 3,3 millions y sont soumis). La ressource supplémentaire mobilisable se situe essentiellement chez les petits propriétaires et dans les forêts de feuillus. Cette mobilisation reste donc un défi car elle nécessiterait la mise en œuvre d'une politique de rupture et incitative vers ces acteurs.
- Une partie de la récolte supplémentaire suppose d'aller chercher du bois dans des parcelles qui sont aujourd'hui très difficiles d'accès pour être exploitées (en plus des problèmes liés à la mortalité évoqués ci-dessus, zones de montagne, pente, secteurs humides, forêts périurbaines, etc.). Ceci nécessiterait une politique d'accompagnement financier et technique des acteurs de la filière pour y exploiter des bois dans des conditions technico-économiques viables.
- Un tel niveau de volume de bois récolté pourrait contribuer à l'annulation, voire inversion, du puits de carbone forestier au moins de manière temporaire (le secteur forestier deviendrait par conséquent émetteur).

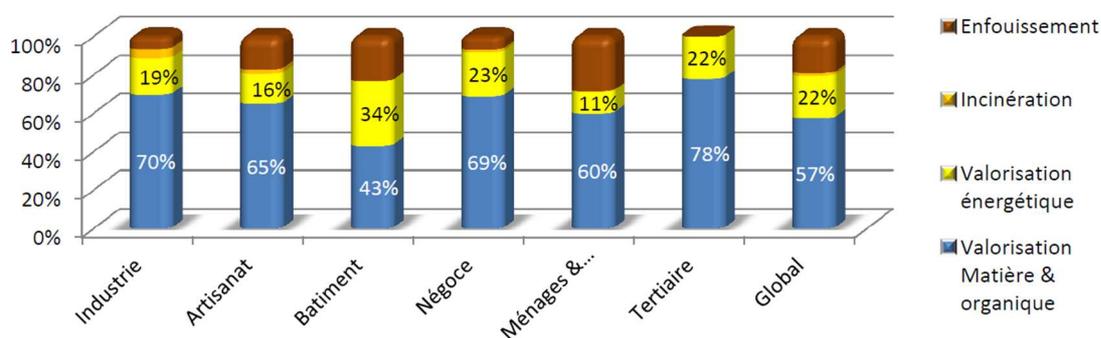
Au vu des nombreuses incertitudes persistantes et du manque de connaissance, il semble par conséquent important de questionner le niveau de mobilisation à viser aux horizons 2030 et 2050, à la fois en réponse aux enjeux environnementaux que l'on veut voir tenir par les écosystèmes forestiers et à notre capacité à mobiliser de tels volumes de biomasse. Ainsi, en première approche, dans l'objectif de trouver des équilibres entre les différents enjeux et dans l'attente d'éléments complémentaires, un objectif de récolte annuelle de l'ordre de 60/62 Mm<sup>3</sup> en 2050 de bois correspondant au scénario S2 semble envisageable en l'état des connaissances disponibles. Cet objectif est relativement proche des hypothèses actuellement en débat dans le cadre de la révision de la SNBC.

### 3.3. Déchets de bois

La production de déchets de bois (hors connexes de sciage) a atteint en 2012 près de 7,2 Mt, dont environ 1 million est autoconsommé par les sites les produisant. Il existe donc un gisement annuel de déchets de bois de l'ordre de près de 6,2 Mt. Les emballages collectés représentent 0,9 Mt soit 13% de l'ensemble.

Les deux principaux secteurs producteurs sont le bâtiment d'une part, les ménages et les collectivités d'autre part pour respectivement 33% et 28%. L'industrie représente le quart des apports. Les déchets d'emballages, faisant l'objet d'une filière de reconditionnement et valorisation, proviennent pour moitié des secteurs industriels, et pour les deux autres quarts des activités de négoce et du bâtiment.

Le système déchets de bois présente un taux de valorisation de 79%, dont 57% de valorisation matière et 22% de valorisation énergétique. Ces éléments soulignent combien les débouchés de valorisation de ces déchets sont dynamiques et le faible volume de ressources non valorisées à l'heure actuelle. Les volumes destinés à l'enfouissement (19%) s'expliquent principalement par la présence de bois en mélange avec d'autres produits liés, et dont l'intérêt technico-économique du tri reste insuffisant.



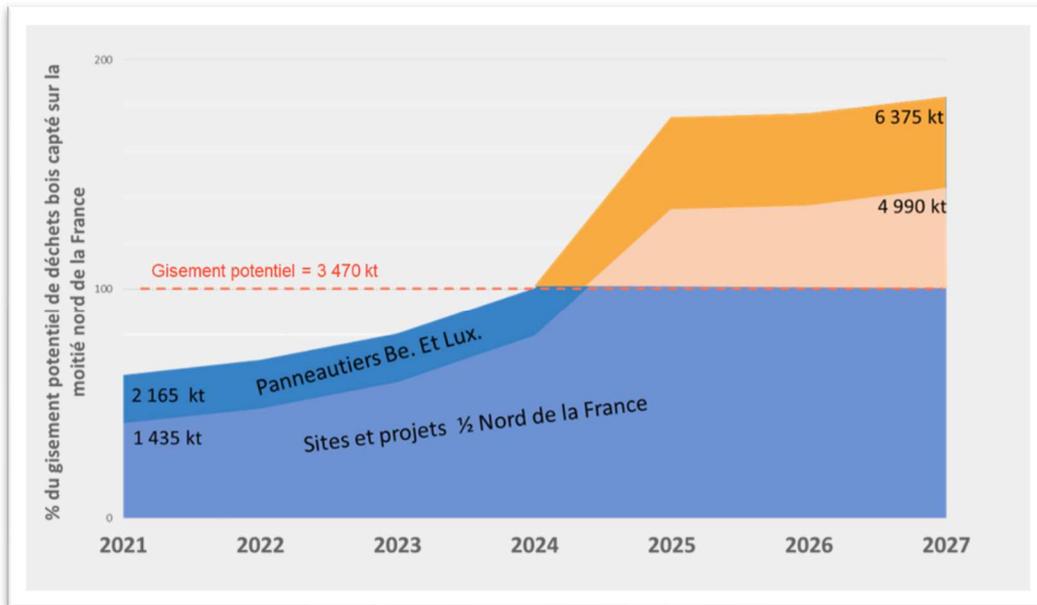
Graphique 7 : Destination des déchets de bois (hors autoconsommation) selon le secteur producteur (les emballages sont inclus et leurs destinations ventilées)

#### **Zoom étude « Gisement et devenir des déchets bois issus de la construction neuve, de la démolition et de la rénovation du bâtiment (GDBAT) » 2022**

L'étude, réalisée par le FCBA, a permis d'affiner les connaissances sur le gisement total pour ce type de déchets de bois : il s'élève ainsi en 2019 à 2,3 millions de tonnes brutes ; les chantiers de rénovation constituent la principale source de déchets de bois du bâtiment (1,6 Mt), devant les travaux de démolition (0,4 Mt) et de construction neuve (0,3 Mt).

Le taux de valorisation matière est de 44,5% (42% de recyclage et 2,5% de réutilisation/réemploi), et le taux de valorisation énergétique égal à 48% (cimenteries comprises). Enfin, l'enfouissement concerne 7,5% des déchets de bois du bâtiment.

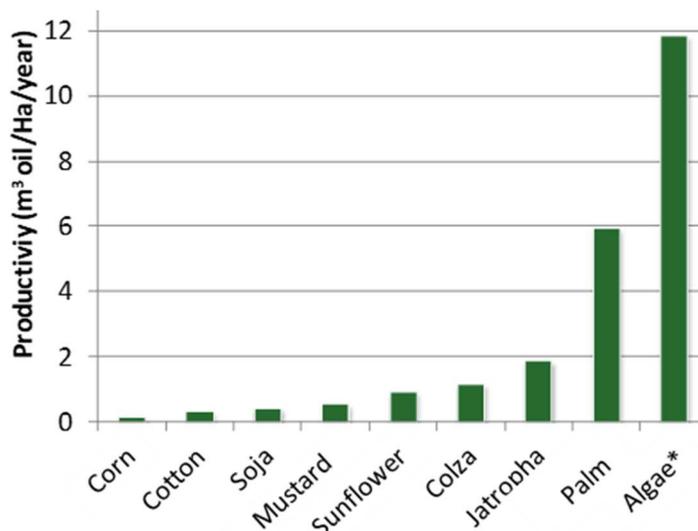
L'ADEME mène actuellement une étude (résultats finaux courant 2024) pour mettre à jour les données sur les flux de déchets de bois en lien avec les exutoires. Le rapport d'avancement met en évidence une forte valorisation des déchets de bois avec des risques de conflits d'usage entre la valorisation matière (trituration) et la valorisation énergétique, tout particulièrement dans le Nord de la France.



Graphique 8 : Illustration de la tension dans le Nord de la France (source Programme Impactes)

### 3.4. Algues

Certaines espèces de microalgues ont la capacité de produire des composés ayant un potentiel énergétique égal à celui des lipides (source de biodiesel). D'un point de vue énergétique, les microalgues sont intéressantes, car leur productivité surfacique est potentiellement très élevée (cf. Graphique 9). Un des avantages des microalgues est qu'il est plus facile de moduler leur composition que dans le cas des macroalgues. Par exemple, pour la production du biodiesel, c'est la composition en lipides qui sera optimisée. La production de bioéthanol et de biogaz se fait à partir d'algues entières, en optimisant la productivité en biomasse. L'autre avantage des microalgues est qu'elles peuvent être cultivées dans des installations dédiées, hors mer et hors terres à vocation agricole, dans des bassins ou des lagunes saumâtres ou alcalines.



Graphique 9 : Productivité en huile des microalgues et de diverses plantes terrestres en m³/ha/an (\*hypothèses : productivité de 20 g/m²/jr et 15% d'huile en matière sèche) - Source: ENEA Consulting, Le potentiel des microalgues, Bioenergy International, Ed., 2011.

Beaucoup de travaux de recherche et développement ont été menés ces quinze dernières années. Parmi les verrous de la filière, l'extraction des molécules d'intérêt à partir de la biomasse des microalgues est un frein important au développement des biocarburants, à cause de très forts enjeux de minimisation des coûts de production pour être compétitif sur le marché des carburants et pour minimiser les impacts environnementaux. Ainsi, la production des microalgues reste à une petite échelle pour des marchés à haute valeur ajoutée (ex : alimentaire ou cosmétique), loin des enjeux de production pour le marché des carburants. La production de microalgues est encore peu mature et nécessite une rupture technologique pour son développement. Des nouvelles pistes sont à l'étude comme l'utilisation de biofilms au lieu de bassins pour la production de microalgues ou des nouveaux traitements de la chaîne aval (ex : liquéfaction hydrothermale). Des travaux sur le potentiel de production biomasse algale en France à horizon 2050 ont été réalisés par le GEPEA. En fonction des hypothèses, un potentiel entre 1 à 2 Mt d'huile algale pourrait alimenter la filière biodiesel en France. A noter que ce potentiel est conditionné à un fort développement technologique avec la levée des verrous de la filière.

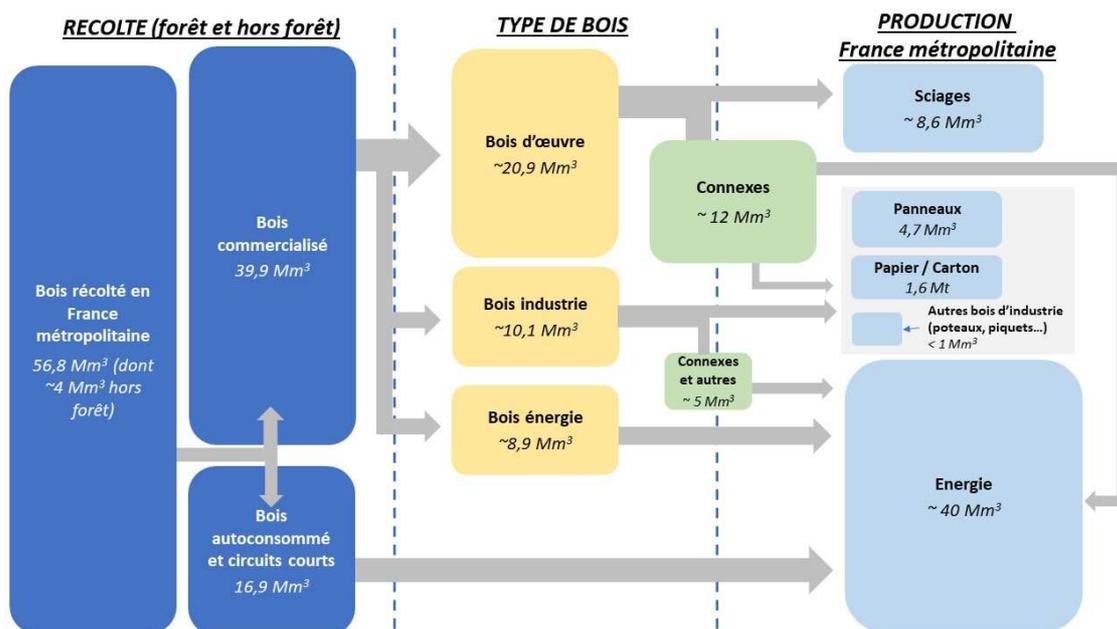
## 4. Des usages multiples à mettre en cohérence avec les ressources disponibles

L'utilisation de la biomasse pour des usages non alimentaires n'est pas nouvelle. Son usage est, jusqu'à présent, largement orienté vers la production de chaleur pour les secteurs domestique, industriel et collectif, vers la production de biocarburants et vers les produits biosourcés (pour la construction et la rénovation de bâtiments dont les produits bois, textile, chimie...).

Dans les différents exercices de prospective publiés ces dernières années, il est attendu que la biomasse joue un rôle majeur pour la transition écologique, en particulier pour la substitution des ressources non renouvelables. Cependant, la biomasse ne peut contribuer simultanément à un déploiement massif de l'ensemble des filières. Ainsi, quel que soit le scénario envisagé, **une attention particulière doit se porter sur l'indispensable nécessité de respect du bouclage biomasse** (ressources = usages) et sur les orientations à envisager pour l'usage des biomasses valorisables.

### 4.1. Filière bois

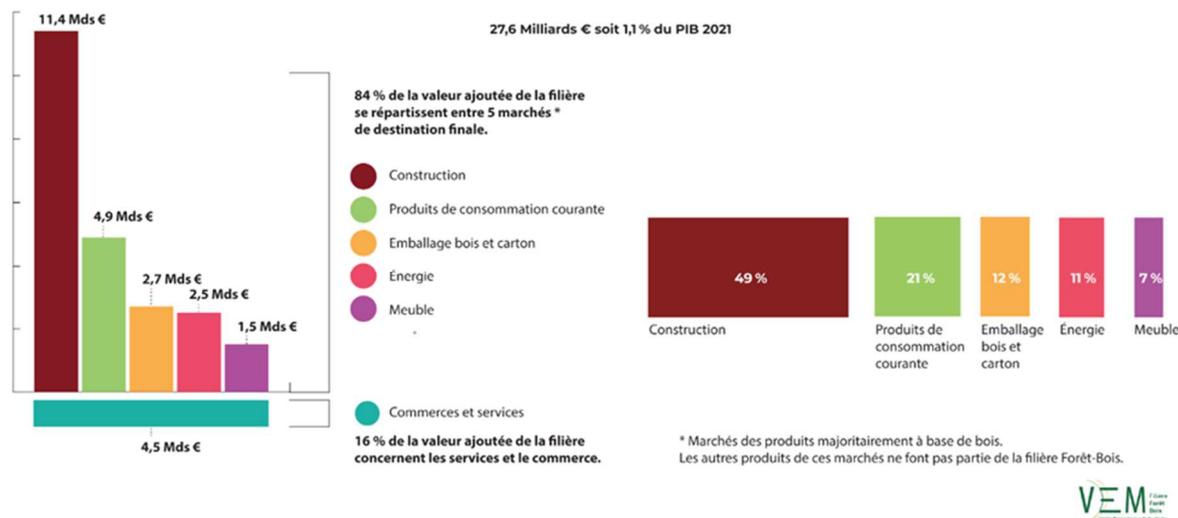
La récolte annuelle de bois en forêt commercialisée représente 39,9 Mm<sup>3</sup> (Graphique 10), dont 54% de résineux ; la récolte de bois d'œuvre résineux est de 15,8 Mm<sup>3</sup> contre 5 Mm<sup>3</sup> en feuillus ; la production de sciages résineux est de 7,3 Mm<sup>3</sup> contre 1,3 Mm<sup>3</sup> pour les sciages feuillus. Au regard de l'importance du résineux dans l'économie et sa production biologique, garantir une stabilité des surfaces résineuses semble à minima indispensable.



Graphique 10 : Récolte, flux de bois et productions en France métropolitaine en 2021 (les flux d'import, d'export et de recyclage ne sont pas représentés)

Source : [Récolte de bois et production de sciages en 2021, Agreste, mars 2023](#) ; [Forêt et usages du bois dans l'atténuation au changement climatique, ADEME, avril 2021](#)

Les activités de production forestière, de transformation et de mise en œuvre de produits bois alimentent cinq marchés de destinations finales (construction, emballage bois et carton, énergie, meuble, produits de consommation courante) à hauteur de 27,6 milliards d'€ de valeur ajoutée pour 60 000 entreprises (Graphique 11). Cependant, le bilan économique de la filière forêt-bois reste fortement négatif avec un déficit annuel d'environ 9 milliards d'euros (stable depuis 10 ans). La France exporte des grumes et importe des sciages et des produits transformés, à plus grande valeur ajoutée et à coût environnemental plus important. En 2022, le déficit du commerce extérieur s'est cependant réduit pour les produits des industries du bois, les bois ronds, les sciages et connexes, en lien avec la dynamique de structuration qui s'accélère (soutien aux investissements avec France Relance et France 2030 et impact de la RE 2020).



Graphique 11 : Valeur ajoutée par marché de destination finale (données 2021) - Source Veille Économique Mutualisée de la filière Forêt-Bois : <https://vem-fb.fr>

Bien que la surface forestière française soit majoritairement feuillue, l'économie de la filière bois reste fortement dépendante de l'usage des résineux, notamment avec le marché de la construction. Le développement de l'usage des feuillus dans la construction nécessite une meilleure caractérisation des performances mécaniques de ces essences avec une évolution des normes, ainsi que la modernisation des scieries pour augmenter la productivité, le rendement matière et développer des produits standardisés séchés.

L'ADEME a accompagné le développement des entreprises de la filière bois principalement au travers de trois dispositifs financés majoritairement dans le cadre de France 2030 : l'appel à projets Industrialisation des produits et systèmes constructifs bois (AAP SCB), l'appel à projets Biomasse Chaleur pour l'Industrie du Bois (AAP BCIB) et l'appel à projets Soutien à l'Innovation dans la Construction (AAP SIC). Les résultats de ces dispositifs sont très encourageants, avec une augmentation de la quantité de bois d'œuvre transformés sur le territoire national (~ +2,6 Mm<sup>3</sup>/an) et le développement significatif des capacités de séchage et de transformation. Cette mobilisation supplémentaire est cependant plus forte pour les résineux que pour les feuillus, du fait de la capacité industrielle des scieries résineuses, avec une orientation vers les gros bois et les bois scolytés peu exploités. La pérennisation de ces dispositifs semble donc nécessaire pour poursuivre la modernisation de l'industrie du bois, en orientant vers la production de produits bois à forte valeur ajoutée (bois d'ingénierie) et vers la transformation des feuillus, ressources sous-exploitées. Ils contribuent ainsi à améliorer la capacité de valorisation et de transformation du bois en France, et donc à renforcer la souveraineté industrielle du pays.

A l'horizon 2050, dans les scénarios Transition(s) ADEME, on observe une augmentation importante de la part de récolte de bois en forêt dédiée à des usages matière (produits de sciage et panneaux). Alors qu'on évalue à l'heure actuelle que la part de bois récolté pour l'usage matière est proche de 25%, une augmentation à minima de 5 à 8 points (pour atteindre un objectif de 30 à 33 % de la récolte de bois en forêt pour de tels usages) permettrait de soutenir le développement de la filière bois tout en répondant aux enjeux environnementaux mentionnés plus haut. Par ailleurs, une telle stratégie permettant d'augmenter significativement les volumes de bois transformés sur le territoire national contribuera à l'augmentation des co-produits et sous-produits disponibles pour des valorisations en bois industriel et bois énergie, et donc à la structuration d'une filière bois aux multiples usages. Cette projection souligne la complémentarité indispensable entre les usages matières, industriels et énergétiques.

## 4.2. Autres produits biosourcés

Ces produits sont issus des fibres végétales ou molécules extraites de la biomasse (plantes et animaux). Ils sont actuellement utilisés dans plusieurs secteurs tels que la construction (isolants, peintures, colles), l'automobile (composants, huiles, lubrifiants), la chimie avec les produits sanitaires (produits d'entretien, lessives, produits de nettoyage, etc.), les emballages ou les produits cosmétiques. L'objectif de substitution des produits issus de ressources non renouvelables par des produits biosourcés est d'améliorer l'empreinte environnementale des produits consommés. Cependant, les bénéfices environnementaux des produits biosourcés dépendent de la biomasse utilisée, du procédé mis en œuvre, de l'utilisation du produit et de sa fin de vie. Une analyse de cycle de vie (ACV) de chaque nouveau produit biosourcé est nécessaire pour quantifier ses bénéfices ou ses impacts réels. Ainsi, on sait aujourd'hui que le caractère biosourcé d'un produit n'est pas systématiquement associé à un bilan environnemental amélioré par rapport à celui d'un produit analogue issu de ressources non renouvelables. De plus, il est aujourd'hui reconnu que substituer l'ensemble des matières premières non renouvelables par de la biomasse est illusoire, d'autant plus si le niveau de consommation des ressources continue à être aussi élevé. Par ailleurs, les matériaux biosourcés peuvent représenter un moyen de stockage temporel du CO<sub>2</sub> qui sera d'autant plus important que la durée de vie du produit sera longue. Mais ce stockage est considéré comme marginal en dehors des matériaux à longue durée de vie (ex : bâtiment).

La RE2020 (réglementation environnementale des bâtiments neufs) devrait favoriser la pénétration des produits biosourcés utilisés dans le secteur de la rénovation des bâtiments. En effet, cette réglementation reconnaît le bénéfice associé au stockage de carbone dans les produits biosourcés en pondérant les impacts en fonction de la temporalité des émissions. Conformément aux orientations prises dans la RE2020, elle doit aussi contribuer à abaisser l'impact de la construction neuve via une plus grande part de produits biosourcés dans le bâtiment.

Les produits biosourcés stockent, sur des durées plus ou moins longues, du carbone d'origine biogénique prélevé dans l'atmosphère par les plantes lors de la photosynthèse. La durée de ce stockage dépend de la durée de vie du produit et de sa fin de vie. Tout le carbone qui a été capté a été émis sur des temps courts. Dans le cas des matériaux pour le bâtiment, notamment en bois, la durée de vie est longue et peut justifier un "stockage". Seuls les produits biosourcés ayant des durées de vie (c'est à dire pas de dégradation) au-delà de 100 ans peuvent être considérés comme "puits de carbone". C'est le cas, par exemple, d'une poutre en bois. Pour les autres, il reste le bénéfice de ne pas émettre en fin de vie du carbone fossile mais du carbone qui avait été capté lors de la photosynthèse (carbone biogénique).

### Zoom « Quel est la contribution des produits bois pour le stockage de carbone ? »

#### STOCKAGE DE CO<sub>2</sub> DANS LES MATÉRIAUX

Dans l'ensemble des scénarios, les produits bois contribuent de façon marginale aux puits naturels de carbone en 2050 (cf. chapitre 2.4.3. Puits de carbone).

Tableau 45 Stockage carbone dans les produits bois en 2050 par scénario (MtCO<sub>2</sub>/an)

	TEND	S1	S2	S3	S4
Produits bois	3,2	4,2	4,8	3,5	3,4
TOTAL puits naturels	72	113	100	63	41

Dans les quatre scénarios de Transition(s) 2050 ADEME, le potentiel de stockage carbone dans les produits bois se situe dans une fourchette de 3,4 à 4,8 MtCO<sub>2</sub>/an.

## 4.3. Bois énergie

En France, la moitié de l'énergie consommée est utilisée pour produire de la chaleur. Celle-ci est aujourd'hui majoritairement produite par des énergies carbonées et importées comme le gaz ou le fioul, et la chaleur renouvelable ne représente encore que 22% de la production.

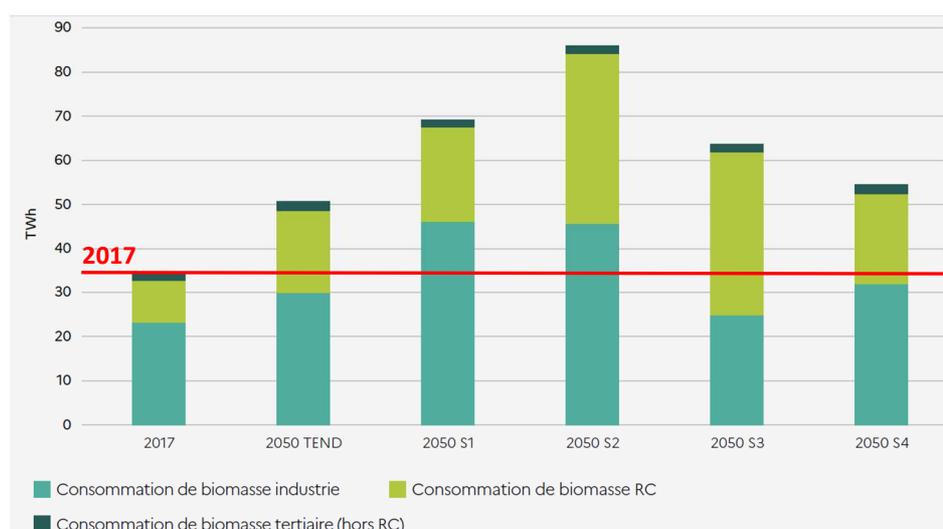
La biomasse énergie telle que définie dans la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) regroupe à la fois le bois utilisé par les ménages dans des appareils de combustion (appareils indépendants de chauffage type inserts, poêles ainsi que les chaudières dans les maisons et les immeubles collectifs), les installations thermiques dans l'industrie, l'agriculture, le collectif et le tertiaire, ainsi que la chaleur renouvelable produite par les cogénérations biomasse et la part renouvelable de la chaleur produite par les unités de valorisation énergétique des déchets urbains.

La biomasse énergie utilisée en combustion, première énergie renouvelable en France avec près de 35% de la production d'énergie renouvelable, a un rôle majeur à jouer dans la transition énergétique, en particulier par la production de chaleur.

Les scénarios Transition(s) 2050 montrent qu'une augmentation du bois énergie totale est attendue dans les prochaines années. Selon les scénarios, il est néanmoins soumis à des évolutions différentes selon les secteurs (Graphiques 12 et 13).



Graphique 12 : Consommation de bois pour le chauffage domestique en 2030 et 2050 dans les différents scénarios Transition(s) 2050 ADEME



Graphique 13 : Consommation de biomasse énergie dans l'industrie, le tertiaire et les réseaux de chaleur (RC) dans les différents scénarios Transition(s) 2050 ADEME

### Industrie / Réseaux de chaleur / Tertiaire

Les différents scénarios développés pour la biomasse énergie dans ces secteurs confortent son rôle majeur dans la transition énergétique et la décarbonation des mix énergétiques. En effet, tous les scénarios proposent un développement ambitieux de la biomasse énergie dans ce secteur. Ce développement passe principalement par celui des réseaux de distribution de chaleur, outil indispensable à la massification de la chaleur renouvelable, notamment celle produite à partir de biomasse.

Avec l'appui des dispositifs d'accompagnement, il est attendu une augmentation significative des usages du bois énergie dans le secteur de l'industrie, des réseaux de chaleur et du tertiaire. Il pourrait ainsi atteindre une production de chaleur de 47 à 68 TWh (énergie finale) selon le scénario retenu, ces équipements ayant de plus l'avantage d'avoir de très bons rendements énergétiques avec des niveaux d'émissions de particules réduits grâce à l'installations de filtres. Des objectifs encore plus ambitieux de développement de la chaleur issue de biomasse solide seraient à considérer avec vigilance, et pourraient impacter les autres usages envisagés pour cette biomasse ou amener à des niveaux de récolte/mobilisation de biomasse peu cohérents notamment avec les enjeux sur les puits forestier.

## Résidentiel

Dans le secteur domestique, l'usage de la biomasse doit nécessairement être priorisé sur les appareils performants. Il s'agit de remplacer à un rythme rapide les appareils indépendants de chauffage au bois peu performants (appareils installés avant 2005 et foyers ouverts) par des équipements plus performants. Ce renouvellement du parc d'appareils doit être associé à une amélioration de l'isolation thermique des bâtiments via leur rénovation. Au-delà de l'enjeu énergétique et de préservation de la ressource biomasse, cette amélioration du parc d'appareils domestiques est indispensable à la diminution des émissions de polluants atmosphériques du secteur. Selon les inventaires nationaux d'émissions de polluants atmosphériques réalisés par le CITEPA, le chauffage domestique au bois est le principal contributeur (62% en 2021) aux émissions annuelles de PM<sub>2,5</sub>.

Compte tenu de sa tendance baissière sur les dernières décennies, ainsi que de la nécessaire optimisation de la ressource biomasse, la consommation totale de bois pour le domestique devrait être amenée à décroître dans les décennies à venir. Pour autant, le chauffage domestique au bois devrait toujours être plébiscité, notamment dans les zones rurales et les zones les moins polluées en raison de son faible coût et de l'accessibilité à la ressource. Ainsi, les scénarios ADEME Transition(s) 2050 S2 et S3 présentent des consommations de bois totales de 53 TWh et 42 TWh en 2050, contre 77 TWh en 2015. C'est la consommation de bois bûche qui devrait fortement diminuer, tandis que la consommation de granulés devrait continuer à augmenter (respectivement 18 TWh et 25 TWh dans les scénarios S2 et S3 en 2050). Notamment, les chaudières à granulés sont particulièrement adaptées au remplacement des chaudières fioul. L'amélioration de la performance des appareils devrait induire un changement d'usage du bois, qui serait plus qu'aujourd'hui utilisé en chauffage principal. Ainsi, dans les scénarios ADEME Transition(s) 2050 S2 et S3, respectivement 10 et 6 millions de ménages utilisent le bois en chauffage principal, contre 3,6 millions en 2015.

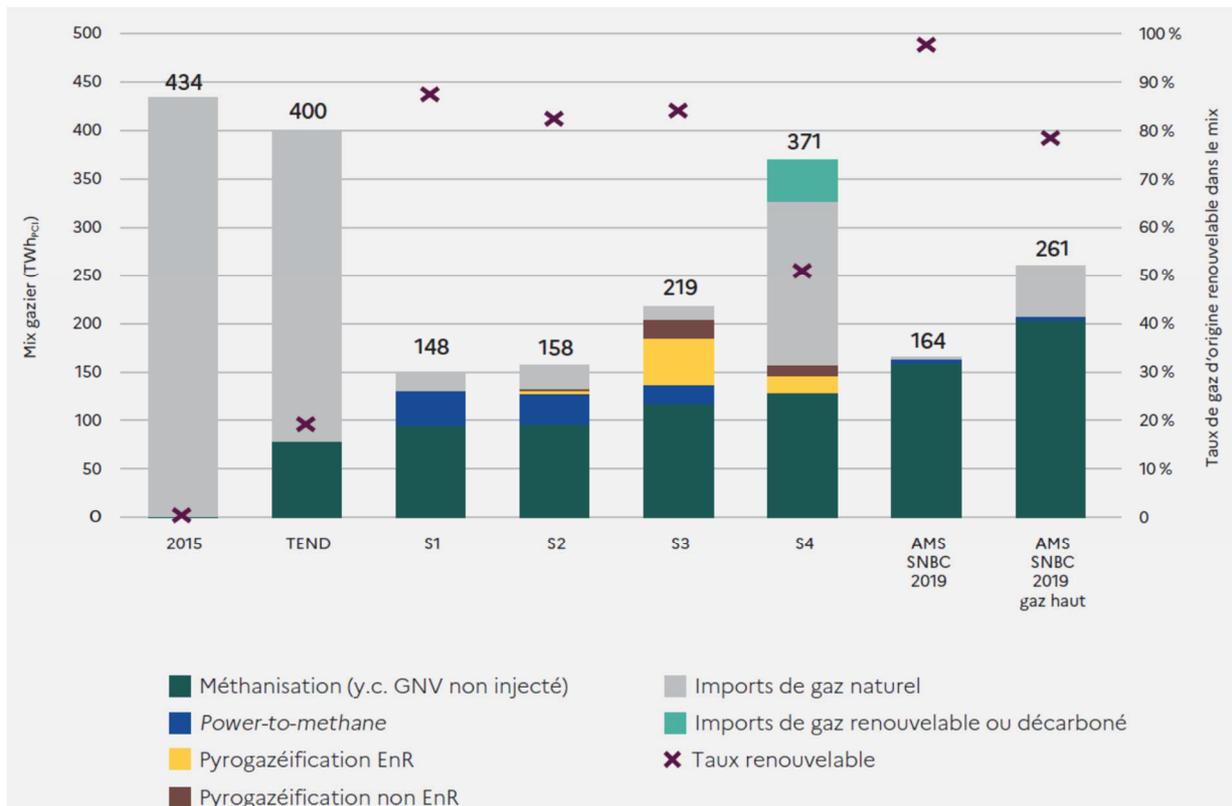
## **4.4. Biogaz**

La France métropolitaine comptait, au 1er janvier 2022, 1 450 installations de méthanisation en fonctionnement (hors ISDND<sup>6</sup>) pour des capacités installées de 10 TWh en injection (dont bioGNV), 240 MWe en cogénération et 2 TWh de production de chaleur ; cette filière contribue dès à présent significativement à la diversification du mix énergétique français.

Dans Transition(s) 2050, la méthanisation est un des piliers des usages de la biomasse et contribue fortement à la décarbonation du mix énergétique. Les taux de mobilisation des différentes biomasses (végétales, animales, co-produits, algues) et les volumes résultants permettent un niveau de production élevé de biométhane (de 105 à 130 TWh en énergie finale ; Graphique 14). La structure des plans d'approvisionnement évolue légèrement d'un scénario à l'autre au gré de l'évolution des systèmes agricoles et d'élevage et de la place admise pour des cultures énergétiques.

---

<sup>6</sup> ISDND : installations de stockage de déchets non dangereux



Graphique 14 : Mix gazier (TWh<sub>PCI</sub>) et taux de gaz d'origine renouvelable dans le mix actuel, pour les différents scénarios Transition(s) 2050 ADEME et pour les scénarios SNBC 2019

Le potentiel méthanisable en France repose essentiellement sur une biomasse agricole dont les effluents d'élevage, les résidus de culture et les cultures intermédiaires (90% de l'énergie visée en 2050). Dans nombre de scénarios prospectifs (au-delà de ceux publiés par l'ADEME), les cultures intermédiaires à valorisation énergétique (CIVE) occupent une place importante pour la production énergétique : environ 40% de l'énergie produite en 2050. La bonne implantation de ces cultures dans les systèmes agricoles passe par le respect de pratiques agroécologiques pour leur culture (non-irrigation, pas de pesticides, fertilisation organique, etc.).

Les autres biomasses comme les déchets organiques des industries, les biodéchets ou les boues de stations d'épuration présentent un potentiel plus limité (10% de l'énergie produite) mais restent prioritaires à court terme du point de vue de la mobilisation de la biomasse et importantes pour la diversification des plans d'approvisionnement.

En termes de modèles, la priorité est clairement donnée à l'injection de biométhane dans les réseaux de gaz, seules 1 000 installations environ restent en cogénération et sont principalement des fermes de plus petite taille, dans des emplacements isolés, ou des unités multiservices pertinentes sur leur territoire. Ces installations de cogénération pourraient se coupler à une production locale de carburant bioGNV.

Dans ces scénarios Transition(s) 2050, les installations visées sont plutôt de taille moyenne (150 à 350 Nm<sup>3</sup>.h) pour 4 500 à 6 000 installations, et les centrales biométhane de très grande taille sont exclues ou très limitées. Cette gamme de taille se justifie par un modèle de portage agricole privilégié et une intégration locale des projets qui devient une condition incontournable dans leur développement.

Un objectif intermédiaire de 44 TWh de biométhane injecté redonnerait un bel élan à la filière biométhane. Pour rappel : actuellement 10 TWh raccordés, 15 TWh d'ici 2 ans en tenant compte des projets réellement matures, et 20 à 25 TWh tous projets confondus, y compris les projets connus au registre de raccordement mais moins matures.

La levée des freins et la revalorisation récente des tarifs biométhane vont accélérer l'émergence de nouveaux projets. Cette nouvelle vague à venir de projets devrait s'accompagner sans attendre d'un suivi accru, voire d'un contrôle, de la mobilisation des CIVE tant en quantité qu'en pratiques agricoles associés. La réglementation RED 2 en cours de mise en place sur la filière biométhane va contribuer à régulariser l'exemplarité de production de ce gaz renouvelable mais il est important de garder en tête que 3/4 des installations françaises sont situées en dessous du seuil d'obligation de certification RED 2.

<sup>7</sup> PCI : pouvoir calorifique inférieur

### ***Focus Pyrogazéification***

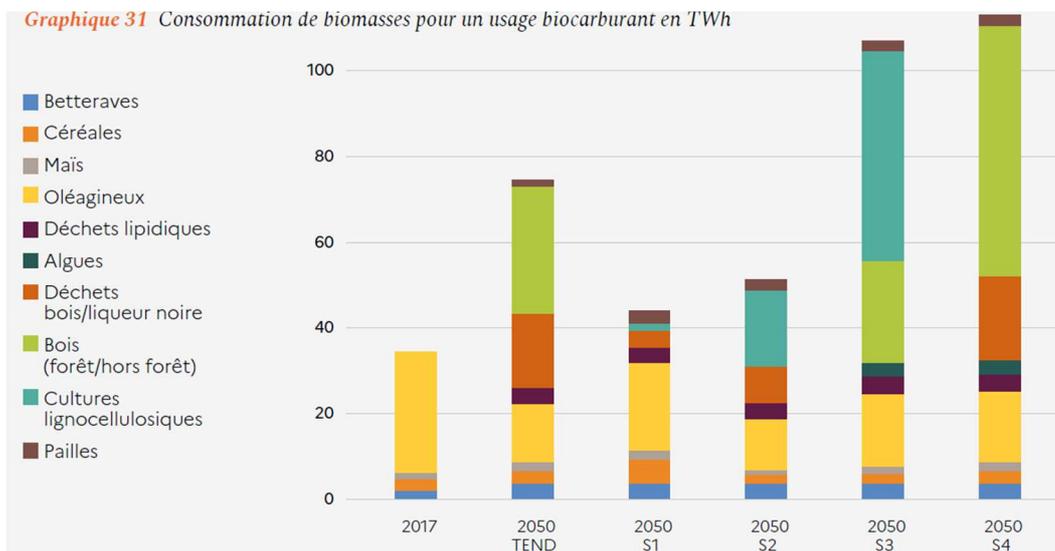
La production de gaz par pyrogazéification pourrait être envisagée comme une voie complémentaire de décarbonation du gaz, en fonction de la disponibilité des ressources. La valorisation des déchets, notamment, dépend non seulement des politiques de gestion des déchets (réduction à la source, collecte, recyclage...) mais aussi des autres usages possibles de ces intrants comme la production de chaleur ou de biocarburants liquides par exemple.

Dans le travail prospectif Transition(s) 2050, la filière pyrogazéification pour production de biométhane n'est que très faiblement envisagée en raison de son manque de maturité technologique et du peu de disponibilité de biomasses valorisées par ailleurs. Ainsi, sans tenir compte des CSR (combustible solide de récupération) et de leur possible gazéification, la filière pyrogazéification à partir de biomasse (principalement déchets bois et produits connexes de scierie) ne contribue qu'à hauteur de ~30 TWh en énergie primaire. Ces hypothèses pourraient être révisées en fonction des premiers retours d'expérience des installations en cours de développement.

## **4.5. Biocarburants**

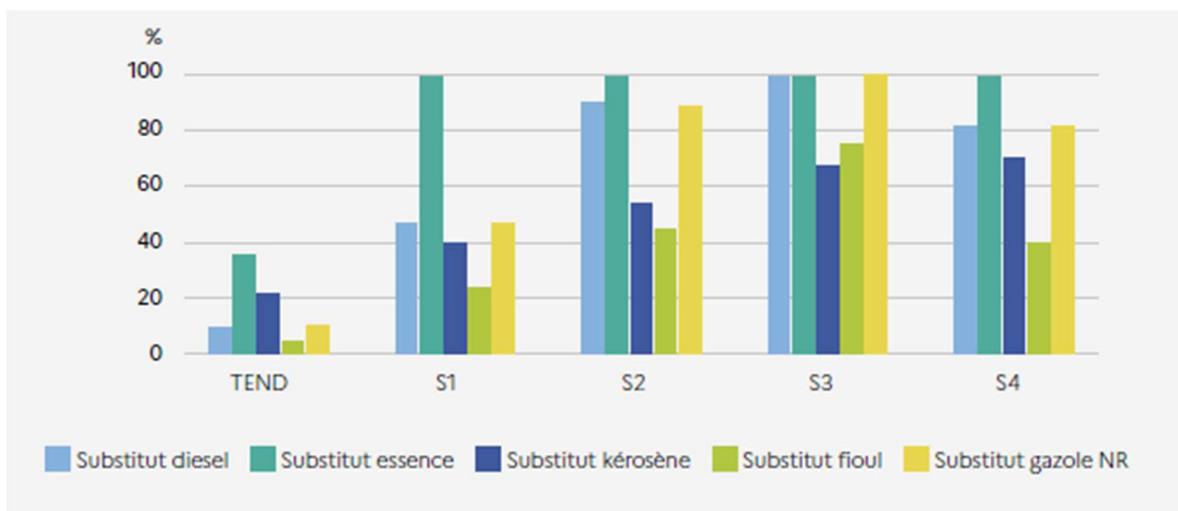
Dans l'exercice Transition(s) 2050, les sources de biomasse pour la production de biocarburants varient fortement d'un scénario à l'autre selon le niveau de développement et de structuration des filières (ressources agricoles, ressources forestières/lignocellulosiques, résidus/déchets et microalgues), ainsi que de la disponibilité de biomasses pour cet usage.

Les biocarburants issus de ressources lignocellulosiques, dits biocarburants avancés, sont produits par des technologies qui n'ont pas encore été démontrées à l'échelle industrielle aujourd'hui. Ils sont principalement mobilisés dans les scénarios S3 et S4 qui misent sur le recours à la technologie pour atteindre la neutralité carbone. De même, le recours à la filière algale a été mobilisé uniquement dans les scénarios S3 et S4 à hauteur de 1 Mt d'huiles algales ce qui représente l'équivalent de la production agricole française des huiles oléagineuses dans ces mêmes scénarios. Au contraire dans le scénario S1, la priorité est donnée aux biocarburants conventionnels, qui valorisent des ressources structurellement plus simples et pour lesquelles les voies de production sont matures depuis de nombreuses années. Ainsi, les rendements de conversion en EMAG sont plus élevés (jusqu'à 70%) que ceux de la synthèse Fischer Tropsch (jusqu'à 50%).



Graphique 15 : Consommation de biomasse (TWh) pour un usage biocarburant pour les scénarios Transition(s) 2050 ADEME

Dans tous les scénarios, malgré une forte réduction des consommations de carburants liquides pour l'ensemble des secteurs (de -73% à -85% comparativement à aujourd'hui), la neutralité carbone pour le secteur du transport n'est pas atteinte du fait d'un manque de ressources disponibles pour cet usage. En effet, le potentiel de développement des biocarburants est physiquement limité par les volumes de biomasse nécessaires à leur production, et qui ne sont pas illimités. Ainsi, le recours à l'importation de carburants fossiles, déjà aujourd'hui important, reste indispensable.



Graphique 16 : Pourcentage de l'offre biocarburants par rapport à la demande du secteur des transports en 2050 par scénario (Transition(s) 2050 ADEME)

Dans les premiers documents d'orientation de la politique énergétique publiés, il est prévu une augmentation de 24 TWh à horizon 2030 par rapport à aujourd'hui pour les usages aérien, maritime et chimie (en complément du routier). Ce surplus serait uniquement produit par une filière 2G de production de biocarburants à partir de ressources lignocellulosiques. Actuellement, uniquement deux unités sont en cours de préparation et discussion. Elles devraient être opérationnelles d'ici 2028. Les unités de production de biocarburants 2G sont configurées pour une capacité de 300 kt d'intrants/an à minima pour une question d'optimisation des coûts de production. Cela pose la question de l'approvisionnement avec un éventuel rayon élargi au-delà du territoire national et par conséquent des importations de biomasse. En première approximation, il faudrait plus de 1,6 Mt de biomasse lignocellulosique pour satisfaire ces 20 TWh supplémentaires à un horizon à 2030. Il convient donc d'être vigilant sur ces perspectives de consommation de biomasse qui risquent d'aboutir à un conflit d'usage (pour les biomasses lignocellulosiques actuellement disponibles : bois forestier, déchets bois) ou qui prennent appui sur une biomasse dont la production n'est que peu développée à l'heure actuelle (cultures lignocellulosiques).

## 5. De la nécessaire priorisation et planification des usages de la biomasse

Les biomasses agricoles et celles issues des arbres forestiers et des arbres hors forêts peuvent couvrir divers usages, alimentaires et non alimentaires (matériaux, chimie, énergie). Les usages alimentaires et retour au sol (pour préserver la qualité des écosystèmes) sont toutefois prioritaires. Selon le potentiel de biomasse disponible, qui lui-même dépend des besoins alimentaires (définis selon les régimes alimentaires des consommateurs) et de la surface agricole disponible, des arbitrages entre les différents usages de la biomasse doivent être opérés.

### 5.1. Créer des instances de partage et outiller la gouvernance actuelle

Au cours des derniers mois, de nombreux rapports ont mis en exergue la nécessité de renforcer les connaissances sur les flux des biomasses (agricoles, sylvicoles...) quels que soient les usages considérés (avis CESE de mai 2023 « Quels besoins de gouvernance pour les différents usages de la biomasse ? ») et de mettre en œuvre une gouvernance renouvelée, ainsi qu'une « stratégie volontariste pour orienter ou réguler les comportements des acteurs privés sur un marché structurellement déséquilibré » (rapport INSP de février 2023 « Quels leviers et moyens d'action pour anticiper et apporter une réponse aux conflits d'usages sur la biomasse »).

En complément ou réponse à ces manques identifiés, il nous semble opportun et utile de :

- **Créer une instance de partage et de dialogue**, entre différents acteurs publics en priorité, sur la question du rôle actuel et à venir de la biomasse pour répondre aux nombreux enjeux énergétiques et environnementaux mentionnés précédemment ; un des principaux objectifs de cette instance serait de **développer une culture et une base commune** de connaissance sur les enjeux de quantification associés à ces mobilisations et usages de la biomasse, en réponse notamment aux objectifs de transition écologique et énergétique du pays, de planification écologique, de souveraineté et de réindustrialisation. Elle pourrait se positionner comme une porte d'entrée de référence et un centre de ressources, pour tout acteur public ou privé, sur les questions autour de la biomasse. Il s'agit de mieux connaître et mettre en visibilité le potentiel des biomasses, leurs contraintes, leurs usages actuels et potentiels et d'éclairer sur les impacts dans le cadre

de d'analyses globales (enjeux environnementaux...) et systémiques (chaîne de valeur, partage des usages, complémentarité ou concurrence...). L'objectif est de contribuer à une montée en compétence collective de la vision de la biomasse en contribuant à la diffusion de données et analyses de référence. Les productions de ce groupe viseront en priorité les décideurs en interface directe avec les enjeux de la biomasse.

- **Renforcer le rôle des cellules biomasse** en réaffirmant notamment leur rôle d'évaluateur des plans d'approvisionnement. Pour répondre à cela, il semble nécessaire d'élargir le périmètre d'action de ces cellules à l'ensemble des usages de la biomasse pour les dossiers sollicitant une aide publique (usage énergétique et usage matière de la biomasse, avec des seuils identiques par usage à partir desquels les cellules sont questionnées), et de les renforcer en moyens humains et techniques.

Ces actions participeraient à la stratégie globale de mise en œuvre d'un nouveau cadre de gouvernance de la biomasse qui aurait vocation à orienter l'action publique et s'assurer de la mise en cohérence de l'ensemble des orientations publiques et de leurs déclinaisons opérationnelles.

## 5.2. Quelles règles de priorisation des usages ?

L'analyse comparative des ressources disponibles et des usages montre que, si la biomasse constitue un des enjeux clés de la transition écologique, elle ne peut répondre à l'ensemble des besoins de décarbonation de la société. Il est donc nécessaire de fixer des règles de priorisation pour préserver les écosystèmes et optimiser les services rendus.

De manière générale, le potentiel de développement de la biomasse pour les produits biosourcés et les bioénergies repose sur des principes généraux importants à rappeler dans l'hypothèse d'une volonté de prioriser ses usages (de la biomasse) :

- **Une évaluation des ressources disponibles**, en tenant compte de la préservation des écosystèmes. C'est d'abord la ressource qui détermine la limite acceptable, car la préservation des écosystèmes n'est pas une option, mais une condition *sine qua non* du caractère durable de la biomasse. En complément, le renforcement des **systemes de traçabilité** de la biomasse pour identifier son origine et la durabilité des pratiques agricoles et forestières est un enjeu majeur pour la pérennisation de la stratégie de mobilisation de la biomasse.
- **Un principe de sobriété et d'efficacité pour tous les secteurs**. La ressource reste limitée. La réduction de la consommation d'énergie et de matière doit rester une priorité.
- **Une priorisation sur les besoins alimentaires de la société**. Les usages énergétiques ou des produits biosourcés ne doivent pas concurrencer les besoins alimentaires et guider les consommations. Ce sont les objectifs sanitaires et sociaux qui doivent guider l'évolution des régimes alimentaires, et rendre potentiellement de l'espace disponible pour d'autres usages.

Au sein des usages non alimentaires, des règles de priorisation des usages pourraient également être définies pour aider à la prise de décision dans les différentes instances et à l'établissement d'objectifs chiffrés dans les politiques publiques. Ainsi, pour l'établissement de telles règles de priorisation, il semble notamment important de tenir compte des facteurs suivants :

- Le principe **d'utilisation du bois en cascade** (c'est-à-dire que la transformation du bois en matériaux doit être privilégiée à l'utilisation du bois en énergie) inscrit dans la directive européenne sur les énergies renouvelables (RED III).
- **Les performances énergétique et environnementale** des installations : selon la taille ou la conception des installations, les niveaux de performance (rendement énergétique, fonctionnement à puissance nominale...) sont variables.
- **L'autoconsommation par les acteurs de la filière bois** (scieurs, pâte à papier...) de leurs résidus et co-(sous) produits est à maintenir, voire renforcer, dans un objectif de renforcement de leurs activités, de valorisation sur site de ces ressources et de réduction de leurs consommations d'énergie fossile.
- **La dimension sociale**. Le chauffage au bois domestique est une énergie largement déployée sur le territoire, accessible pour une grande diversité de personnes et qui reste à un coût modéré. Cet accès à une énergie à un coût modéré, notamment pour les populations aux plus bas revenus, doit être maintenu, tout en priorisant vers un développement d'appareils performants.
- **La dimension territoriale** : le transport de biomasse sur de longues distances et le manque de lien entre lieux de production et de consommation de la ressource sont à éviter pour renforcer la dimension territoriale des projets et leur faisabilité

- Privilégier pour chaque projet énergétique la recherche d'alternative(s) autre(s) que la biomasse. Il importe de tenir compte des usages les plus difficiles à décarboner autrement (par exemple pour les usages haute température dans l'industrie). Ainsi, la démarche « EnR'Choix » qui, à l'instar d'une séquence ERC (éviter, réduire, compenser), permet, en suivant un parcours précis de réflexion/questionnement, de limiter les usages de la biomasse aux situations où aucune autre alternative n'est possible ; la démarche proposée interroge notamment en priorité les efforts réalisés en matière de sobriété, d'efficacité ou de mutualisation énergétique, puis de mobilisation de filières énergétiques renouvelables moins contraintes ou limitées.

**Zoom sur la démarche EnR'Choix : un outil d'orientation des usages de la biomasse**

Cet outil est destiné aux décideurs des collectivités territoriales : maires, élus et agents des services. Il constitue un outil d'aide à la décision pour la mise en place de solutions dans le domaine de la chaleur renouvelable et de récupération, pour le chauffage des bâtiments et des équipements.

Il se positionne en amont des études de pré-faisabilité ou de faisabilité mais ne les remplace pas. Il peut également permettre d'analyser une étude multi-énergie en considérant les enjeux dépassant le territoire. Par ailleurs, il est adapté aux particularités du territoire francilien et de ses potentiels. Enfin, il ne s'adresse pas aux particuliers.

Cet outil concerne les réseaux et les énergies renouvelables. Toute démarche favorable à leur développement doit impérativement s'accompagner au préalable (ou en même temps) d'une stratégie sur l'usage des bâtiments et des équipements (la sobriété) et sur les performances des bâtiments et des systèmes (l'efficacité).



Ces principes de priorisation constituent une base, qui devrait s'enrichir collectivement avec l'évolution de la filière et les retours d'expérience des projets réalisés.

### 5.3. Structurer la mobilisation de la biomasse

La mise en œuvre de scénarios dans lesquels la biomasse joue un rôle prépondérant suppose des politiques dédiées à la structuration de l'offre de biomasse tant dans le secteur agricole que forestier, tout en renforçant les critères de durabilité pour cette production. La réalisation de chacun des scénarios est sous-tendue par la mobilisation de dispositifs dédiés (incitatifs, réglementaires...). Ceux-ci permettront d'augmenter, plus ou moins fortement, les quantités de biomasse disponibles tout en intégrant des critères pour assurer leur durabilité : mise en œuvre de couverts végétaux en inter culture, développement de l'agroforesterie, augmentation de la récolte de bois en forêt, stratégie de valorisation des déchets bois...

Ces politiques de structuration de la ressource sont par ailleurs indispensables pour s'assurer que l'évolution des usages de la biomasse soit en cohérence avec la préservation des écosystèmes et de la biodiversité, et qu'elle soit par ailleurs cohérente avec les enjeux d'adaptation au changement climatique. Dans ce contexte, le renforcement de l'observation des écosystèmes et des pratiques en lien avec l'augmentation des usages de la biomasse est un enjeu majeur pour garantir la durabilité de la ressource.

Par ailleurs, la complémentarité, l'articulation et la lisibilité à court et moyen terme des politiques publiques qui relèvent du champ de l'agriculture, de la sylviculture et de l'énergie sont autant d'éléments qui conditionneront la réalisation de tel ou tel scénario avec une contribution de l'ensemble des parties prenantes au niveau souhaité.

### 5.4. Mettre en place des dispositifs pérennes et centralisés qui donnent de la visibilité aux acteurs

L'initiative France 2030 a donné des signaux positifs à l'ensemble des acteurs des filières biomasses. La multiplication d'AAP dédiés à ces acteurs a montré la réactivité de ce secteur, avec un nombre de projets conséquent et de qualité. Cette période a permis le développement de dispositifs pour l'ensemble de la chaîne de valeur, du producteur de biomasse aux entreprises de transformation, que ce soit dans le domaine des produits biosourcés ou de l'énergie, et ainsi aider à développer l'ensemble des maillons de la chaîne.

Compte tenu du rôle clé de la biomasse dans la transition écologique du pays, il est essentiel :

- D'améliorer la visibilité de l'ensemble des dispositifs et détailler leur planification dans le temps. Ceci permettrait notamment un engagement, durable et éclairé, de l'ensemble des parties prenantes (entreprises, collectivités...), et ainsi contribuer à une dynamique de long terme,
- De centraliser les dispositifs auprès d'un nombre limité d'opérateurs, et ainsi veiller à l'articulation et la cohérence des outils entre eux,
- De poursuivre la simplification des dispositifs d'accompagnement.

#### ***Focus BICB & SCB***

Les deux dispositifs SCB (Systèmes Constructifs Bois) et BCIB (Biomasse Chaleur pour l'Industrie du Bois) auront donc, pour les projets lauréats sur la période 2021-2023, un impact significatif sur la valorisation supplémentaire de bois d'œuvre résineux et feuillus en France (~ +2,6 Mm<sup>3</sup>/an) et le développement significatif des capacités de séchage et de transformation. Ces nouvelles capacités industrielles contribueront à la mobilisation supplémentaire de bois, en cohérence avec le Plan National de la Forêt et du Bois (PNFB).

Les deux appels à projets SCB et BCIB sont très complémentaires et sont à pérenniser pour poursuivre la modernisation de l'industrie du bois, avec les objectifs suivants :

- Favoriser l'autonomie énergétique des industries du bois et le séchage du bois d'œuvre à haute performance énergétique
- Développer la production de produits bois pour la construction et le développement d'une filière granulé à partir d'essences feuillues
- Soutenir la valorisation des qualités de bois secondaires
- Augmenter la production de bois d'ingénierie pour plus de valeur ajoutée
- Soutenir le développement de solutions innovantes pour les marchés du bois
- Accroître la flexibilité des outils de transformation (diamètre, longueur, essences de bois)
- Optimiser les ressources avec les outils d'Intelligence artificielle (classement mécanique des bois, amélioration du rendement matière)
- Renforcer le lien entre les filières de transformation du bois et les filières forestières (gestion durable, traçabilité, contractualisation, complémentarité des usages)

## 5.5. Objectiver les bilans environnementaux

L'analyse des bilans environnementaux de la biomasse est une démarche complexe et en évolution permanente. Chaque projet présente des services environnementaux mais aussi des impacts sur les milieux naturels, l'air ou les sols qu'il faut prendre en compte. C'est pourquoi il est indispensable d'évaluer régulièrement la performance environnementale de chaque filière, et quantifier sa plus-value environnementale, et d'éclairer les controverses. Cette démarche est essentielle, car c'est la plus-value environnementale qui justifie l'existence de ces filières et des aides publiques.

La recherche de la performance environnementale de chaque filière doit être un objectif permanent. L'ADEME recommande de renforcer ces analyses environnementales, et de poursuivre les efforts de recherche dans ce secteur. Il s'agit par exemple d'améliorer les dispositifs de traçabilité et manière à pouvoir remonter à la parcelle ou le secteur et ainsi apporter une assurance de la performance globale de la filière.

## 5.6. Soutenir la recherche et l'innovation

Si la biomasse constitue un enjeu stratégique de la transition écologique, c'est un sujet complexe avec de multiples dimensions. Il est nécessaire de poursuivre les efforts de recherche et d'innovation permettant d'élargir le panel des usages de la biomasse, d'améliorer en continu la performance environnementale des pratiques agricoles et sylvicoles associées ainsi que des équipements, et de mieux évaluer l'impact de leur développement sur les écosystèmes (sol, biodiversité, eau) pour mieux établir les critères de durabilité. L'ADEME contribue à cet effort de recherche avec le lancement de plusieurs appels à projets, notamment GRAINE dédié spécifiquement au financement de projets sur l'agriculture, la forêt et les sols ainsi que sur l'ensemble des usages de la biomasse. Parmi les sujets prioritaires de recherche on peut notamment souligner :

- L'adaptation des systèmes de production au changement climatique (diversification des essences et structures des peuplements forestiers, pratiques agricoles et sylvicoles adaptées au changement climatique...).
- L'évaluation des impacts environnementaux du développement des usages de la biomasse sur les écosystèmes (biodiversité, sol, eau, paysages, stockage de carbone...) pour mieux établir les critères de durabilité et améliorer les systèmes/pratiques agricoles/sylvicoles associées.
- L'amélioration des connaissances sur les émissions liées à la combustion de la biomasse et le développement de solutions pour les réduire).
- L'innovation dans le domaine des produits biosourcés permettant la mise en marché de produits compétitifs et la valorisation d'une diversité des essences/variétés disponibles.
- L'analyse globale des flux de biomasse à l'échelle des territoires (intra et inter-régions...).
- Les modèles économiques favorisant l'émergence et le développement de filières biosourcées.
- Les questions de développement territorial, d'appropriation des enjeux de production et d'utilisation de la biomasse.
- L'amélioration des connaissances sur les effets du climat et des crises sur l'accroissement biologique, la mortalité, le renouvellement des peuplements, et de leur prise en compte dans les modèles de projection à large échelle spatiale.

## Conclusion

---

Les scénarios de transition écologique soulignent le rôle capital et complexe de la biomasse. La biomasse peut contribuer à la substitution d'une partie des ressources fossiles et à stocker du carbone dans les écosystèmes et les produits à des niveaux variables selon les orientations stratégiques. Elle est cependant au centre de multiples enjeux environnementaux, économiques et sociaux, qui supposent la recherche de compromis et d'équilibres. L'accélération du changement climatique impacte directement les écosystèmes, et augmente cette complexité dans la construction et la mise en œuvre de stratégies. Néanmoins, compte tenu des services rendus par la biomasse et plus largement par les écosystèmes dont elle est issue, l'adaptation au changement climatique de ces milieux ressort comme une priorité et doit être un des piliers des stratégies à venir.

Les scénarios de l'ADEME rappelés dans cette note ont contribué à explorer différentes stratégies de mobilisation et d'usage de la biomasse pour l'atteinte de la neutralité carbone, et rappellent l'extrême diversité des ressources, des usages et les équilibres à maintenir.

La réactualisation de la SNBC, et notamment de la trajectoire de mobilisation de la biomasse, marquera une évolution sur la place attendue de celle-ci dans les prochaines années, avec une volonté de prendre en compte ses différentes dimensions environnementales.

Quelle que soit l'orientation finale, la biomasse gardera un rôle prépondérant dans la transition écologique, qu'il faudra accompagner. Le bouclage biomasse ressort comme un enjeu majeur et structurant dans la construction des scénarios, et devra être ajusté dans le temps et aux différentes échelles. Il ressort également un enjeu de définition de la priorisation des usages de la biomasse, y compris pour les usages non alimentaires, de renforcement de l'organisation et de la concertation entre parties prenantes, et de renforcement d'une vision systémique de la biomasse.

## **Pour en savoir plus**

Les futurs en transition : Transition(s) 2050 ADEME : <https://www.ademe.fr/les-futurs-en-transition/les-scenarios/>

### **Ressources**

*Utilisation des Terres, Changement D'affectation des Terres et Forêt, Citepa, Rapport Secten édition 2022 :*

[https://www.citepa.org/wp-content/uploads/Citepa\\_Rapport-Secten-2022\\_Synthese\\_v1.2.pdf](https://www.citepa.org/wp-content/uploads/Citepa_Rapport-Secten-2022_Synthese_v1.2.pdf)

Récolte de bois en 2021, Agreste, mars 2023. <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/Pri2303/detail/>  
FCBA/ADEME, Évaluation du gisement de déchets de bois et son positionnement dans la filière bois/bois énergie, 2015. <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/2821-evaluation-du-gisement-de-dechet-bois-et-son-positionnement-dans-la-filiere-bois-bois-energie.html>

ENEA Consulting, *Le potentiel des micro-algues*, Bioenergy International, Ed., 2011.

<https://www.enea-consulting.com/static/14ccb9e43e13ec8791c7bd09c260849c/enea-potentiel-algal-pour-l%C3>

### **Usages**

Récolte de bois et production de sciages en 2021, Agreste, mars 2023. [https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Chd2303/cd2023-3\\_BoisSciages%202021.pdf](https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Chd2303/cd2023-3_BoisSciages%202021.pdf)

Forêts et usages du bois dans l'atténuation du changement climatique, ADEME, 2021. <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/4647-forets-et-usages-du-bois-dans-l-attenuation-du-changement-climatique.html>

Forêt, bois énergie et changement climatique (avis d'expert de l'ADEME, janvier 2022): <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/5217-foret-bois-energie-et-changement-climatique.html>

Source Veille Économique Mutualisée de la filière Forêt-Bois : <https://vem-fb.fr>

Chiffres clés des énergies renouvelables (octobre 2023) : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-des-energies-renouvelables-edition-2023>

Avis de l'ADEME: le bois énergie (novembre 2023) : <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/6653-avis-de-l-ademe-le-bois-energie.html>

Analyse du cycle de vie du bois énergie collectif et industriel (janvier 2022) : <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/5214-analyse-du-cycle-de-vie-du-bois-energie-collectif-et-industriel.html>