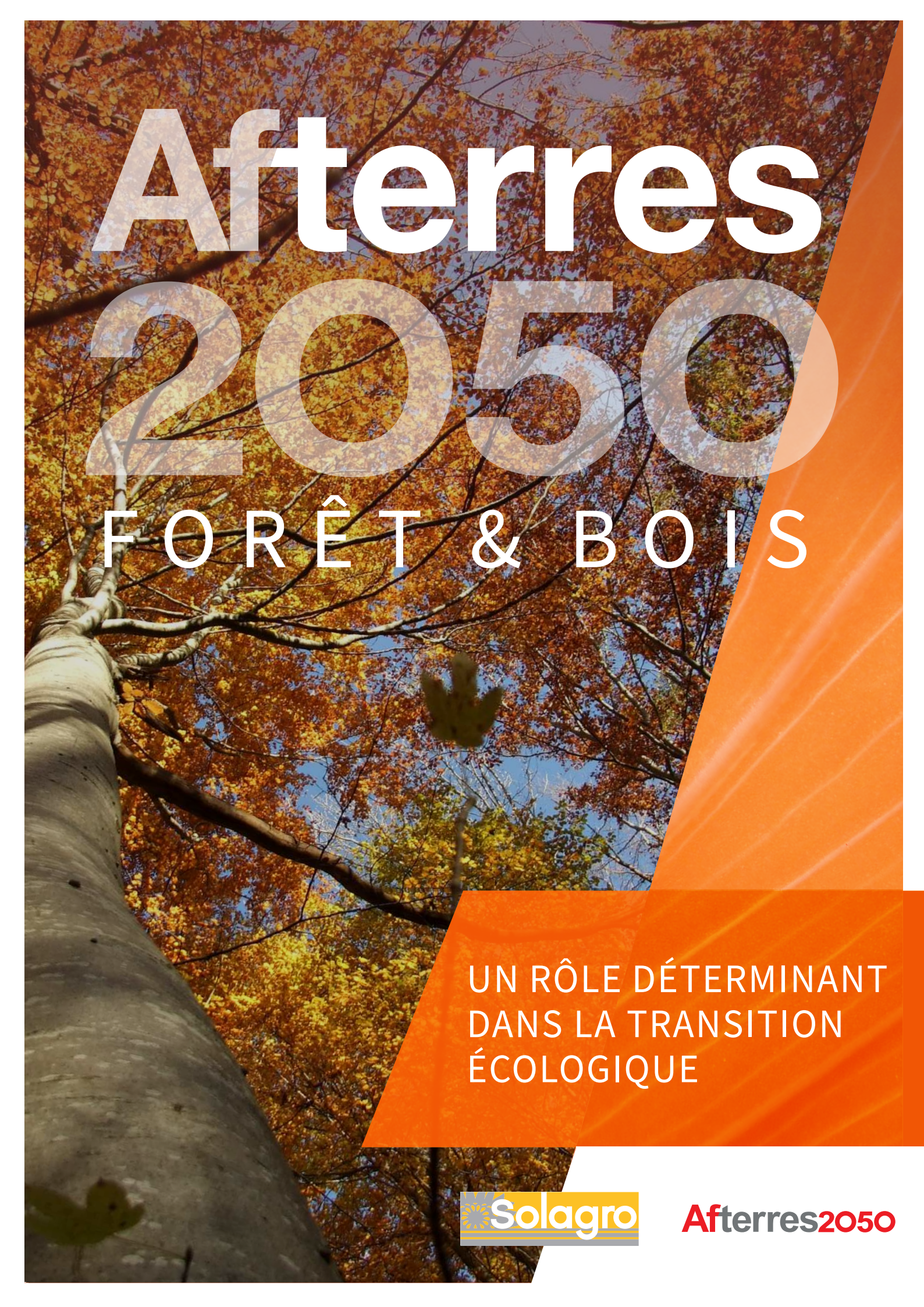




Afterres 2050 FORÊT & BOIS

UN RÔLE DÉTERMINANT
DANS LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

Ce document spécifique détaille le chapitre forêt-bois du scénario Afterres2050. Nous employons dans ce document le présent pour décrire les évolutions futures afin de faciliter la lecture.

Auteur : Florin Malafosse

Avec les contributions de :

Christian Couturier

Milena Creton

Marc Deconchat

Sylvain Doublet

Ce document est édité par Solagro

Siège social : 75 voie du TOEC - CS 27608 - 31076 Toulouse Cedex 3

Association loi 1901 - Siret : 324 510 908 00050

Tél. : + 33(0)5 67 69 69 69

Mél : solagro@solagro.asso.fr

Websites : www.solagro.org – www.afterres2050.solagro.org

Coordination et conception graphique : Cécile Rozo

Éléments graphiques : Île du Boucanier - Ivan Pharabod (phiLabs)

Crédits photos : ©Solagro - Florin Malafosse - Philippe Pointereau - Simon Métivier / Adobe Stock

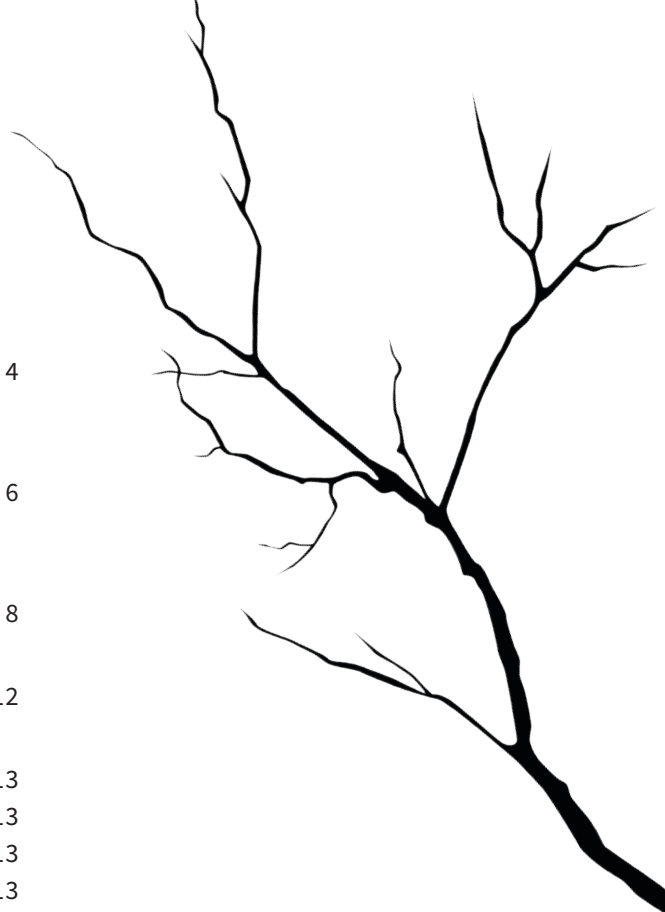
Impression : Groupe Reprint - IMPRIM'VERT - 200 exemplaires - Papier 100% recyclé - labellisé PEFC

Ce document a été mis en ligne en décembre 2023, réédité en mars 2024 pour impression



Sommaire

INTRODUCTION	4
AFTERRES 2050, UN HORIZON POUR L'AGRICULTURE ET L'ALIMENTATION	6
LES PRINCIPAUX LEVIERS D'ACTION DU SCÉNARIO	8
LE BOIS DANS AFTERRES	12
CADRE MÉTHODOLOGIQUE DU SCÉNARIO	13
Un outil de modélisation Ressources/usages	13
L'outil MOSUT	13
Une année de référence moyenne	13
7 ACTIONS FORÊT-BOIS	14
ENJEUX DE LA RESSOURCE	16
La biodiversité forestière, une richesse à préserver	16
Vers une crise systémique ?.....	19
Entre deux stratégies, quel compromis ?	20
Prélèvements de bois et capacités biologiques des forêts.....	20
RESSOURCES ET PROSPECTIVE	23
Les ressources forestières classiques	23
Les ressources hors- forêt	31
ÉVOLUTION DE LA DEMANDE	34
Les prélèvements de bois, une menace pour la forêt française ?.....	34
USAGES ET PROSPECTIVE	41
Matériaux de construction.....	35
Papier.....	44
Bois-Énergie	45
FLUX COMMERCIAUX	50
PRINCIPAUX INDICATEURS DU SCÉNARIO	54
LES GRANDES ORIENTATIONS	60
CONCLUSION	66



A photograph of a forest with tall, slender trees and a dense green canopy. The image is partially covered by a large, diagonal orange overlay that extends from the top right towards the bottom left. The word "INTRODUCTION" is written in white, bold, sans-serif capital letters across the lower portion of the image, positioned over the orange overlay.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Entre des arbres qui sèchent sur pied et des annonces de nouveaux carburants révolutionnaires à base de bois, la question agite les décideurs comme les scientifiques : « Y aura-t-il assez de bois pour satisfaire tous les besoins de la transition écologique ? » Et elle se décline naturellement dans l'opinion, inquiète de voir des gros engins en forêt, et des images de coupes rases sur les réseaux sociaux.

En réalité, cette question est mal posée. Les forêts ne sont pas un stock dans lequel on prévoit de puiser une ressource pour construire les objets ou alimenter les machines d'une nouvelle société plus écologique. Les produits bois proviennent de paysages qui semblent immuables mais qui sont en réalité en mutations perpétuelles. Les filières de la construction sont issues d'une longue histoire de savoir-faire, chahutée par la mondialisation industrielle et le bois énergie fait partie du mix énergétique des Français depuis des millénaires.

Ainsi, on ne peut évoquer la cruciale question du « bouclage biomasse » sans prendre quelques détours. Cette notion bien raccourcie vise à définir le rôle de la biomasse dans les stratégies de transition, en tentant d'équilibrer les besoins projetés de la société et la biomasse disponible (dont le bois est un élément majeur), dans une logique de renouvelabilité et de préservation de l'environnement.

Parmi ces détours essentiels pour avancer d'un pas dans la prospective, il est naturellement indispensable de préciser la place de l'arbre dans les paysages futurs, dans un climat qui change, dans une société qui sanctuarise la nature mais s'éloigne des métiers manuels, et donc de décrire au mieux les évolutions de l'occupation des sols, de l'état sanitaire des forêts, des pratiques forestières, des politiques publiques, et de tout ce qui touche de près ou de loin la production de bois.

Cela est loin d'être suffisant : il faut pouvoir également décrire comment les services que rendent aujourd'hui les produits bois vont évoluer, alors qu'une sortie extrêmement rapide des énergies fossiles est incontournable, et qu'il faut dessiner une société plus sobre et équitable entre les habitants de la planète.

Nous nous sommes donc livrés à cet exercice en s'appuyant sur les dynamiques que nous observons à Solagro depuis plus de 40 années d'expertise, en embrassant une vision la plus large possible des enjeux touchant la forêt et la filière bois dans toute sa transversalité. Ainsi, grâce à une série de travaux prospectifs, nous avons pu relier les perspectives de la filière bois à celles de l'agriculture, de l'alimentation, de l'énergie, et de la demande en matériaux. Plus largement, nous avons intégré la filière bois aux enjeux économiques et sociaux d'une transition écologique équilibrée en France, dans sa diversité de territoires, et pour réduire l'empreinte de ses importations.

Même si cette proposition prospective apporte autant de questions que de réponses, ouvrant de nouveaux champs passionnants de réflexion, nous espérons qu'elle contribuera à éclairer le débat sur le rôle majeur du bois dans la transition écologique dans ses plus larges dimensions.

Florin Malafosse - Décembre 2023

« Les forêts ne sont pas un stock dans lequel on prévoit de puiser une ressource pour construire les objets ou alimenter les machines d'une nouvelle société plus écologique. »

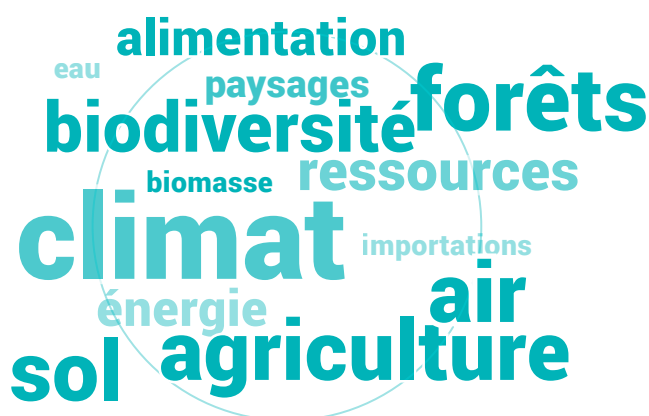
Afterres2050

Un horizon pour l'agriculture et l'alimentation



Afterres2050 interroge l'utilisation qui est faite des terres à notre disposition, pour des activités telles que l'agriculture, la sylviculture, la pêche.... Scénario de transition agricole et alimentaire, il s'intéresse aux ressources biologiques liées au «secteur des terres et des mers» et à leur utilisation sobre, pour permettre de subvenir à nos besoins en matière d'alimentation, d'énergie et de matériaux, en respect des limites planétaires.^{1,2,3}

Le scénario Afterres2050 a été imaginé dans une approche globale des différents enjeux environnementaux et sociétaux : ralentir la course du dérèglement climatique (évolution des températures, augmentation des phénomènes extrêmes), remplacer le carbone fossile, faire face à la stagnation des rendements et à la perte des terres agricoles, lutter contre les pollutions (eau, air, sol) et la perte de biodiversité... Il intègre également les questions socio-économiques telles que l'emploi et la viabilité des exploitations agricoles et des filières, l'accès à l'alimentation de qualité pour tous.



Le scénario Afterres2050 n'est ni une prédiction, ni une prescription. Il résulte d'une démarche prospective d'exploration des possibles en prenant bien en compte l'ensemble des paramètres, impacts et enjeux.

Le scénario Afterres2050 est un scénario normatif, visant à décrire un chemin de transition écologique équilibré permettant de répondre aux enjeux auxquels sont confrontés les agriculteurs, les forestiers et l'ensemble de la société française.

¹ Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson A, Chapin FS, Lambin EF, Lenton TM, Scheffer M, Folke C, Schellnhuber HJ, Nykvist B, de Wit CA, Hughes T, van der Leeuw S, Rodhe H, Sörlin S, Snyder PK, Costanza R, Svedin U, Falkenmark M, Karlberg L, Corell RW, Fabry VJ, Hansen J, Walker B, Liverman D, Richardson K, Crutzen P & Foley JA, 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461 : 472-475.

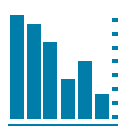
² Steffen W, Richardson K, Rockström J, Cornell SE, Fetzer I, Bennett EM, Biggs R, Carpenter SR, de Vries W, de Wit CA, Folke C, Gerten D, Heinke J, Mace GM, Persson LM, Ramanathan V, Rayers B & Sörlin S, 2015. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science* 347: 736-746.

³ Wang-Erlandsson L, Tobian A, van der ENT RJ, Fetzer I, te Wierik S, Porkka M, Staal A, Jaramillo F, Dahlmann H, Singh C, Greve P, Gerten D, Keys PW, Gleeson T, Cornell SE, Steffen W, Bai X & Rockström J, 2022. *Nature* 3 : 380-392.

« L'ambition du scénario Afterres2050 est de proposer des solutions pour satisfaire les besoins alimentaires d'une population plus nombreuse, avec une nourriture suffisante et saine, pour préserver sa santé, sans dégrader la planète. »



5 PILIERS POUR RÉUSSIR LA TRANSITION ET POUR GUIDER LES ACTIONS



SOBRIÉTÉ



EFFICACITÉ



RELOCALISATION



SUBSTITUTION



ÉQUITÉ ET DURABILITÉ

3 scénarios de prospective interdépendants: Afterres2050, négaWatt et négaMat

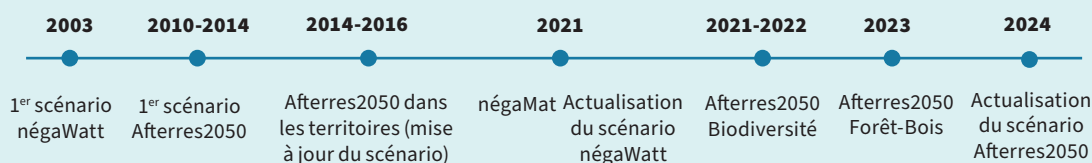
La prospective Afterres2050 est inspirée du scénario négaWatt. Tous deux reposent sur les trois piliers que sont la sobriété, l'efficacité et l'utilisation de ressources renouvelables. Ils tracent la voie d'un avenir souhaitable et soutenable, et décrivent les solutions pour l'atteindre.

Le scénario négaWatt, au centre duquel se trouvent les questions d'énergie, a été significativement enrichi d'un scénario «négaMat» qui traite de la question des matières, avec l'objectif d'estimer et de

réduire la pression exercée sur les ressources géologiques et minières.

Ensemble, les scénarios Afterres2050, négaWatt et négaMat permettent de couvrir un périmètre élargi, offrant ainsi la possibilité d'une vision d'ensemble cohérente.

L'articulation d'Afterres2050, négaWatt et négaMat constitue, pour la France, le premier exercice prospectif intégré qui atteint la neutralité climatique en termes d'empreinte – incluant donc les émissions importées et pas seulement les émissions nationales.



négaWatt → <https://negawatt.org/>
 - Synthèse du scénario 2022:
 → <https://negawatt.org/IMG/pdf/synthese-scenario-negawatt-2022.pdf>

Afterres2050 :
 → <https://afterres2050.solagro.org/>

LES PRINCIPAUX LEVIERS D'ACTION DU SCÉNARIO AFTERRES2050 :



LE RÉGIME ALIMENTAIRE DES FRANÇAIS



Vers plus de sobriété

→ **Réduction** de la
surconsommation alimentaire
d'un facteur 3
(en valeur énergétique)

et d'un facteur 2
(en valeur protéinique)

→ **Division par 2**
des pertes et gaspillages
alimentaires



Meilleur pour la santé

→ **Réduction**
de 5%
de l'indice de masse
corporelle (IMC)



Meilleur pour l'environnement

→ **Réduction** de la quantité de
protéines animales
(**-50%** de consommation
de viande et **-20%**
pour les produits laitiers)
au profit des protéines
végétales (consommation
de légumineuses **x5**)

→ **Augmentation de 65%**
de la consommation
de coquillages et crustacés
et **division par 4**
de la consommation de poissons



LES SYSTÈMES ET PRATIQUES AGRICOLES



Moins d'élevages, de meilleure qualité

→ **Ruminants**: Augmentation du temps de pâture, augmentation de la part de l'herbe dans la ration et diminution de celle des concentrés achetés à l'extérieur

→ **Ruminants**:

Réduction de 54% du cheptel et conversion en partie en production mixte - lait et viande

→ **Porcs et volailles**: Généralisation des productions sous labels, suppression des élevages « standard » et en cages

→ **Réduction** (en nombre de places) de **60%** pour les porcs, **50%** pour les poulets de chair



L'agroécologie généralisée: ... pour préserver les écosystèmes

→ **70%** d'agriculture biologique et **30%** de production intégrée (semis direct, couverts végétaux, cultures associées...)

→ **Réduction de 90%** des produits phytosanitaires **5%** minimum des surfaces en infrastructures agroécologiques

→ **Doublement** du linéaire de haies avec une augmentation de **750 000 km**

→ **Développement de l'agroforesterie** sur 10% de la surface agricole utile



... pour atténuer les impacts et s'adapter au changement climatique

→ **Division par 2,5** des engrais azotés de synthèse

→ **Division par 5** des émissions d'ammoniac

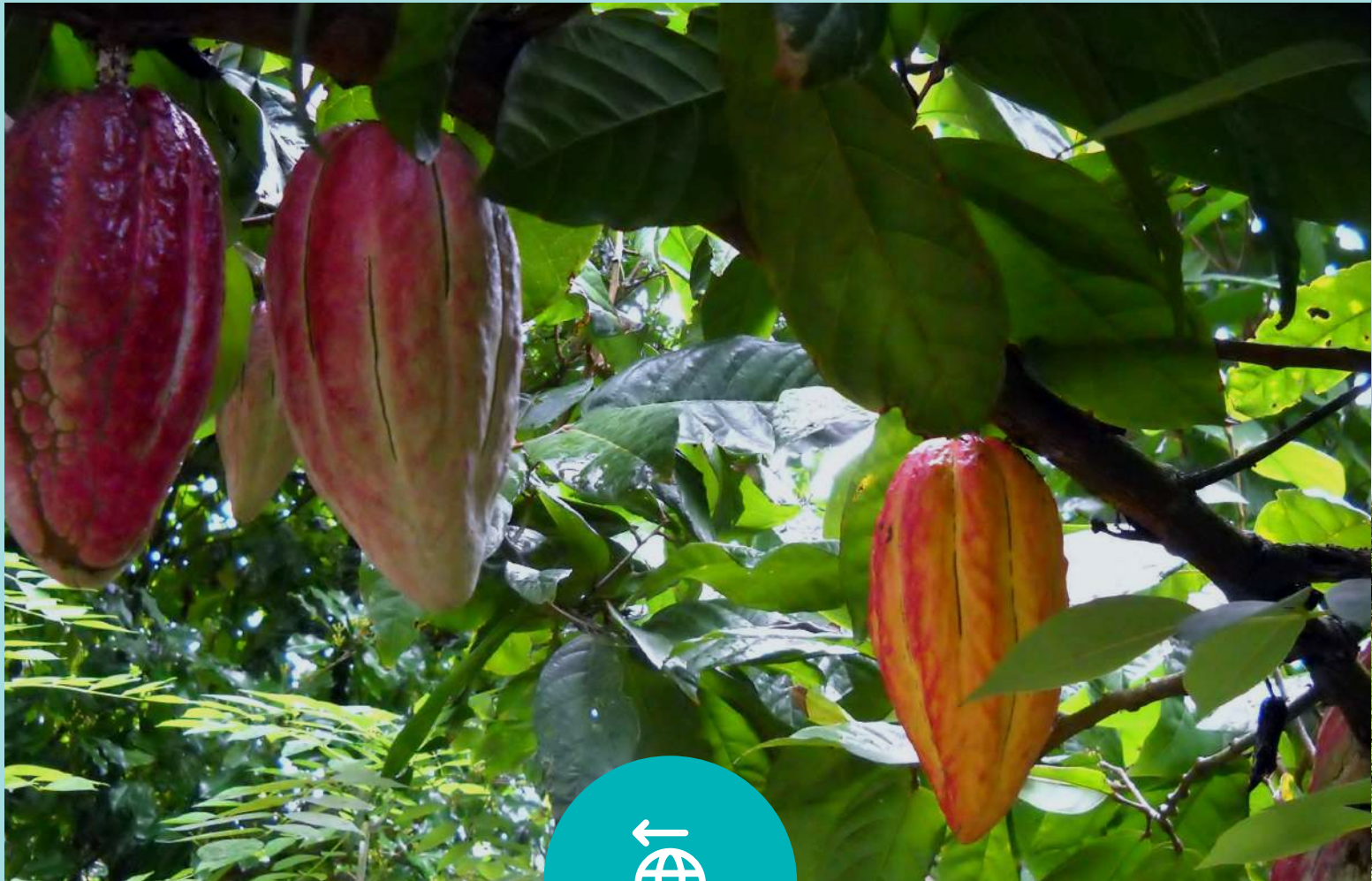
→ **Division par 2** du solde d'azote au sol

→ **Multiplication par 3** des quantités d'azote par fixation symbiotique



... pour préserver la ressource en eau

→ **Réduction de 10%** des surfaces irriguées, **réduction de 30%** la consommation d'eau d'irrigation et **division par 3** de la consommation en été



LES FLUX D'IMPORT-EXPORT



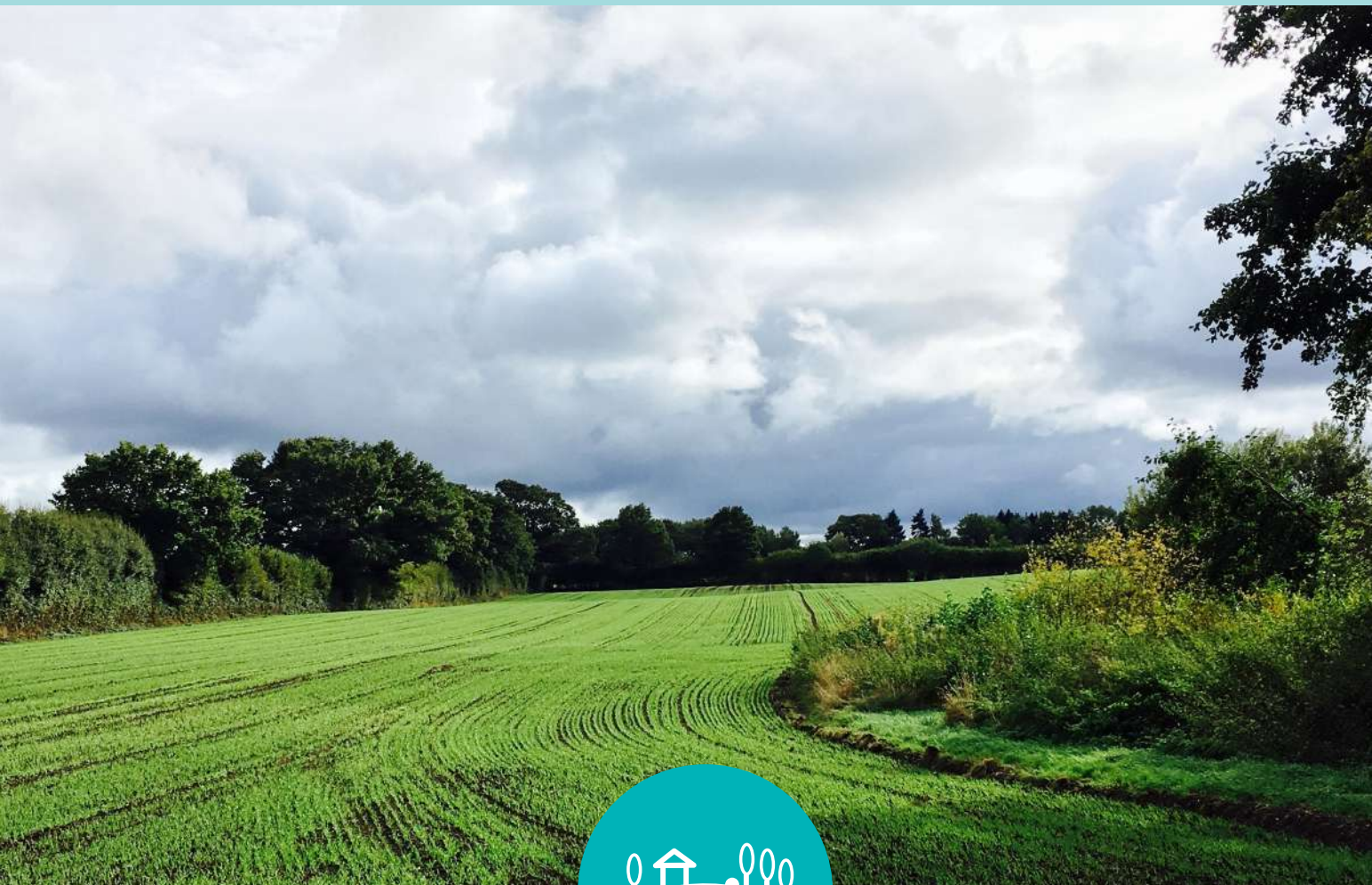
Sobres

- **Réduction des flux**
d'imports et d'exports en distance,
volumes et surfaces
- **Abandon des importations**
de soja (tourteaux, huile)
et d'huile de palme
- **Réduction des importations**
de produits à base de bois et arrêt de
l'importation de bois tropicaux
- **Réduction de la pression de pêche**
pour reconstituer les stocks



Respectueux

- **Développement**
du commerce équitable
- **Réduction
de la dégradation**
de la biodiversité dans
les autres pays
(déforestation, usages
de pesticides,
assèchement...)



L'UTILISATION DES TERRES



Préservation des surfaces disponibles

→ **Ralentissement de l'artificialisation** des terres en limitant à **300 000 ha** artificialisés d'ici 2050

→ **Aucune prairie** permanente convertie en terres arables



Forêt

→ **19 millions** d'hectares de forêt, soit **2 millions** d'hectares d'accroissement dont **1/2** sur prairies permanentes et **1/2** sur terres arables

→ **Gestion durable des forêts** pour pérenniser les prélèvements en bois



Cultures

→ **830 000 ha** de fruits et légumes (hors vigne) contre **450 000 ha** actuellement (**+84%**)

→ **Division par 4** des cultures fourragères annuelles (maïs ensilage)

→ **Multiplication par 4** des prairies de légumineuses et **par 2** des cultures de protéagineux (dont le soja)

→ **200 000 ha** de cultures pérennes type taillis à courte rotation



LE BOIS DANS AFTERRES

La dernière version du scénario Afterres2050 de Solagro en 2016, est l'un des premiers exercices de prospective reliant la ressource et la demande en bois. Avec un objectif en 2050 de 90 Mm³ de prélèvements de bois en France métropolitaine, elle prévoyait une trajectoire de mobilisation des ressources en bois qui apparaît aujourd'hui comme intensive alors qu'elle visait des taux de prélèvements bien plus faibles que ceux des autres scénarios disponibles (CGAAER 2011)¹.

Cette réflexion s'est affinée et enrichie grâce à de nouveaux travaux sur les disponibilités en bois et sur le bilan carbone de l'ensemble forêt/filière-bois (étude INRA/IGN 2017², études de disponibilité IGN³, étude Amis de la Terre/Fern/Canopée 2020⁴). En 6 ans, le contexte scientifique et forestier a beaucoup évolué, avec une production biologique en forêt qui marque le pas. L'accroissement prévu dans la version 2016 doit notamment être revu à la baisse, ce qui a entraîné une réévaluation des perspectives en termes de mobilisation du bois.

Le scénario **Afterres 2050** s'articule étroitement avec le scénario **négaWatt**, actualisé en 2022, et son analyse **négaMat** sur les évolutions possibles de consommation et de production de matériaux.

La vision Afterres2050 s'actualise en 2023 en lien avec ces exercices prospectifs, au travers d'échanges constants entre les équipes. C'est un scénario vivant, en perpétuelle évolution mais qui reste ancré dans un objectif de transition écologique juste, décrite de manière la plus systémique possible pour embrasser les enjeux transversaux.

¹ 178 Mm³ de prélèvements en 2050 pour le scénario « Tout pour l'énergie » 129 Mm³ pour le scénario intermédiaire « Développement durable » 36 Mm³ pour le scénario « Tout pour l'alimentation » avec une surface forestière ramenée à 11 Mha

² Rapport IGN-INRA – Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050.

³ Études IGN Ressources et disponibilités forestières

⁴ Rapport Amis de la Terre, Fern, Canopée 2020 – Gestion forestière et changement climatique Une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation

« En 6 ans, le contexte scientifique et forestier a beaucoup évolué, avec une production biologique en forêt qui marque le pas »



LE CADRE MÉTHODOLOGIQUE

• UN OUTIL DE MODÉLISATION RESSOURCES/USAGES

Le chapitre forêt-bois s'appuie sur un outil de modélisation de la filière bois (ProFil-B) qui permet de retracer les flux matière de biomasse ligneuse de l'amont à l'aval de la filière, c'est à dire des prélèvements en forêt et hors forêt aux usages finaux, le plus souvent par la valorisation énergétique ultime ou l'enfouissement et le retour au sol.

• UNE ANNÉE DE RÉFÉRENCE MOYENNE

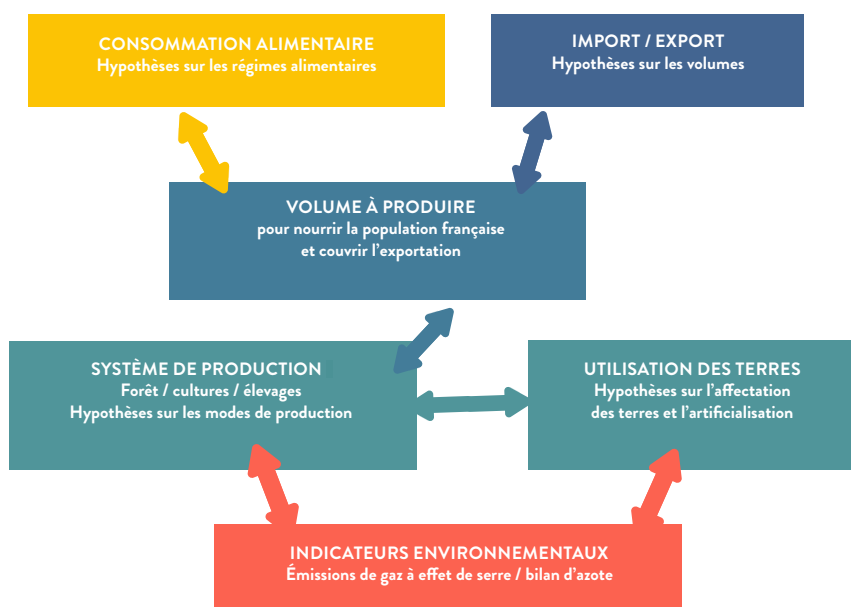
Les marchés du bois sont très sensibles aux aléas climatiques mais aussi géopolitiques. Les années récentes ont été perturbées par plusieurs crises sociales ayant fortement impacté la filière (épidémie COVID en 2020, rebond post-COVID en 2021, Guerre en Ukraine en 2022). Nous avons donc choisi de baser nos analyses sur des données statistiques moyennes de la période 2018-2021, permettant de dessiner une situation de référence représentative de l'état actuel de la filière.

• L'OUTIL MoSUT

Outil de modélisation et de prospective complet, relié à l'ensemble de la chaîne agricole et alimentaire, l'outil MoSUT permet d'objectiver les enjeux et l'éventail des possibles avec des données chiffrées.

MoSUT est unique : il conjugue une approche bilancielle avec une évaluation multicritères des impacts. L'approche bilancielle modélise en cohérence des données physiques, depuis les productions primaires jusqu'aux usages finaux. Les surfaces, productions, pertes et gaspillages, consommations, transformations, importations, exportations... constituent le cadre de la modélisation.

Couplé à ClimAgri, MoSUT évalue également les impacts du ou des scénarios choisis sur de nombreux indicateurs : consommation d'énergies directes et indirectes, émissions de gaz à effet de serre (GES), balance commerciale, empreinte carbone, ainsi que de nombreux indicateurs agroécologiques (consommations d'eau, d'énergies, d'intrants, surfaces favorables à la préservation et la reconquête de la biodiversité, qualité de l'air...).



7 ACTIONS FORÊT-BOIS



Objectifs



**SOBRIÉTÉ,
EFFICACITÉ,
RELOCALISATION**



STRATÉGIES D'ADAPTATION



HIÉRARCHIE DES USAGES ?



ACTIONS

1 Relocaliser la transformation



- Limitation des transports
- Meilleure efficacité du système forêt-filière
- Contrôle des normes environnementales d'exploitation
- Développement économique des territoires

2 Diversifier les stratégies d'adaptation sur les territoires



- Diversité des essences et modes de gestion
- Adaptation aux effets du réchauffement climatique
- Anticipation des événements extrêmes
- Récolte et reboisement adaptés aux massifs et anticipant les épisodes de mortalité

3 Favoriser la complémentarité des usages



- Augmentation de la durée de vie des produits bois
- Valorisation des ressources ligneuses hors forêts et liées aux travaux sylvicoles d'adaptation au changement climatique
- Valorisation des produits bois dans une approche systémique



Objectifs



ACTIONS



LUTTE CONTRE LES POLLUTIONS

4 Encourager la valorisation énergétique de la biomasse, coproduit de mesures environnementales



- Co-financement de services éco-systémiques
- Cultures ligneuses sans intrants sur les périmètres de captage
- Valorisation de bois de vignes et de vergers comme alternative au brûlage sauvage



PLANIFICATION DES USAGES

5 Construire une stratégie d'ensemble sur la mobilisation de la biomasse et la décliner localement



- Amélioration de la lisibilité des ressources disponibles
- Capacité à s'adapter aux fluctuations du marché
- Meilleure articulation des stratégies nationales, régionales et locales



GESTION DIFFÉRENCIÉE PAR MASSIF

6 Mettre en place des outils et moyens de gouvernance locale



- Création et déploiement d'outils de gouvernance locale
- Renforcement de l'ingénierie locale et revalorisation des métiers associés à la gestion forestière

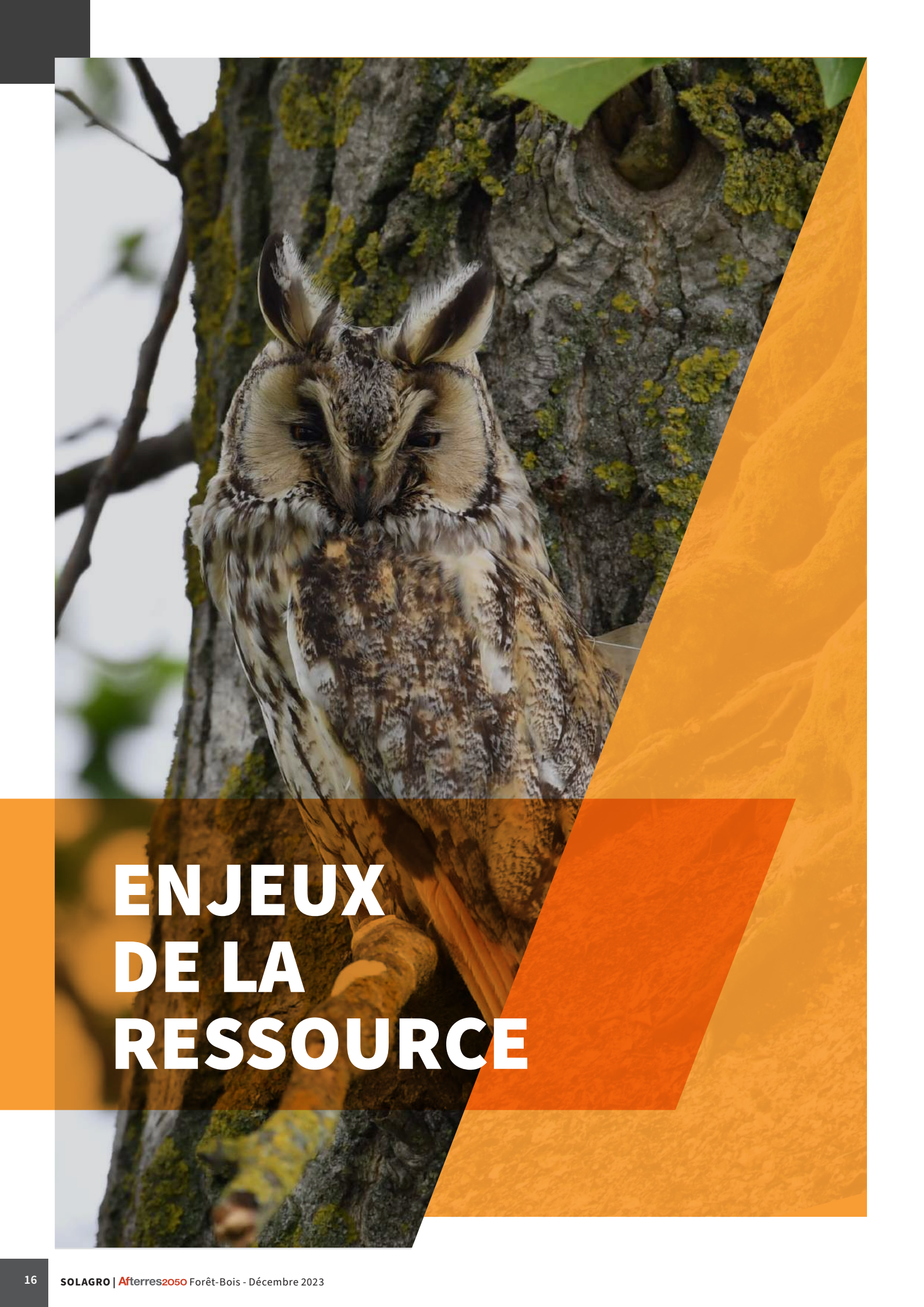


DÉVERROUILLAGE FONCIER

7 Lever le verrou foncier



- Augmentation de la mise en gestion des forêts privées
- Regroupement parcellaire, mobilisations des collectivités locales et des citoyens



ENJEUX DE LA RESSOURCE

ENJEUX DE LA RESSOURCE

LA BIODIVERSITÉ FORESTIÈRE, UNE RICHESSE À PRÉSERVER

• LA FORÊT FRANÇAISE MÉTROPOLITAINE, LARGEMENT « SEMI-NATURELLE »

Selon le rapport 2020 sur les Indicateurs de Gestion Durable (IGD) ¹, les forêts françaises présentent globalement un bon niveau de naturalité, avec 87% des forêts à caractère semi-naturel et 13% de forêts issues de plantations.

On recense 106 espèces d'arbres, un nombre stable, avec 3 espèces menacées : le bouleau nain, le laurier du Portugal et l'alisier de Reims. La « richesse locale » est de 5 essences sur 0,2 hectare, avec une grande variabilité, entre les peuplements de chênes verts méditerranéens purs à 77% et les érableraies très diverses dans lesquelles l'abondance de l'espèce principale n'est que de 43%.

Les deux-tiers des espèces animales forestières seraient liés aux vieux et gros bois, qu'ils soient morts ou vivants, ce qui montre l'importance d'en laisser suffisamment : 2,5% des forêts seulement comportent des arbres très âgés. Leur proportion augmente toutefois car les volumes de bois sur pied dans leur ensemble sont en augmentation. Le bois mort constitue 12% du volume total de bois (mort et vivant).

• UNE TENDANCE À LA RÉDUCTION DE LA FRAGMENTATION ET DES SURFACES PROTÉGÉES EN AUGMENTATION

L'expansion historique des forêts conduit à d'importantes surfaces de peuplements jeunes qui arrivent progressivement à un stade exploitable. Cela contribue à réduire leur fragmentation, et plus de la moitié de la surface forestière est intégrée à des massifs continus de grande taille.

Les aires forestières protégées devraient augmenter, avec un objectif d'atteindre 70 000 hectares de forêts sous protection forte en métropole, d'ici 2023, et 50 réserves biologiques supplémentaires en forêt publique d'ici 2030. Actuellement, seulement 2% de la forêt est sous protection forte, avec une gestion centrée sur la conservation de la biodiversité. 18,5% de la surface est intégrée au réseau Natura 2000 et soumise aux obligations de conservation des espèces et habitats établis par la directive Habitat Faune Flore.



¹ Inventaire forestier national (IFN), L'IF (n°2: Les tempêtes de décembre 1999), 2003

• LA BIODIVERSITÉ EN FORÊT, MÉCONNUE ET MENACÉE DE PÉRILS NOUVEAUX

L'état et l'évolution de la biodiversité forestière restent mal connus, les connaissances sont partielles et les évolutions de longue durée sont peu mesurées.

On estime que 24 % des oiseaux forestiers sont menacés comme le pic tridactyle, en danger critique, le grand tétras ou la tourterelle des bois classés comme vulnérables. Le programme de Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) montre qu'en 30 ans les effectifs des oiseaux généralistes ont augmenté de 19,4%, mais que les effectifs des espèces des milieux forestiers ont diminué de 27,6% tout comme les espèces spécialisées des milieux agricoles (-29,5%).

Même si la forêt résiste un peu mieux que les milieux agricoles, elle n'échappe pas à l'érosion globale de la biodiversité. Elle devra affronter notamment la menace du changement climatique dont les impacts encore incertains auront des répercussions profondes sur le fonctionnement et la composition des écosystèmes forestiers, souligne le rapport sur les indicateurs de gestion durable.

La production sylvicole dépend en partie de la biodiversité : mycorhize, régulation des bioagresseurs, cycle de la matière organique, etc. sont intimement liés à la croissance des arbres, même s'il est difficile de quantifier ces liens. La forêt n'est pas seulement l'écrit de la biodiversité, elle en est également le résultat (et de ses fonctions). La dégradation de la biodiversité fait aussi partie des menaces qui pèsent sur les forêts.

Aux déséquilibres de l'écosystème, s'ajoutent l'apparition de perturbations biotiques. La chalarose, d'origine nord-américaine et introduite en 2008, menace les frênes, en forêt comme dans les haies. Elle s'ajoute à la liste des pathogènes et ravageurs qui touchent l'épicéa (scolytes), le châtaigner (maladie de l'encre, cynips), le platane (chancre coloré).

Ces signes d'alerte sur l'état biologique et sanitaire des forêts sont moins en lien avec les méthodes d'exploitation et de sylviculture, même si des progrès importants sont nécessaires, qu'avec le changement climatique et la diffusion d'espèces invasives.



« On estime que 24 % des oiseaux forestiers sont menacés comme le pic tridactyle, en danger critique, le grand tétras ou la tourterelle des bois classés comme vulnérables »

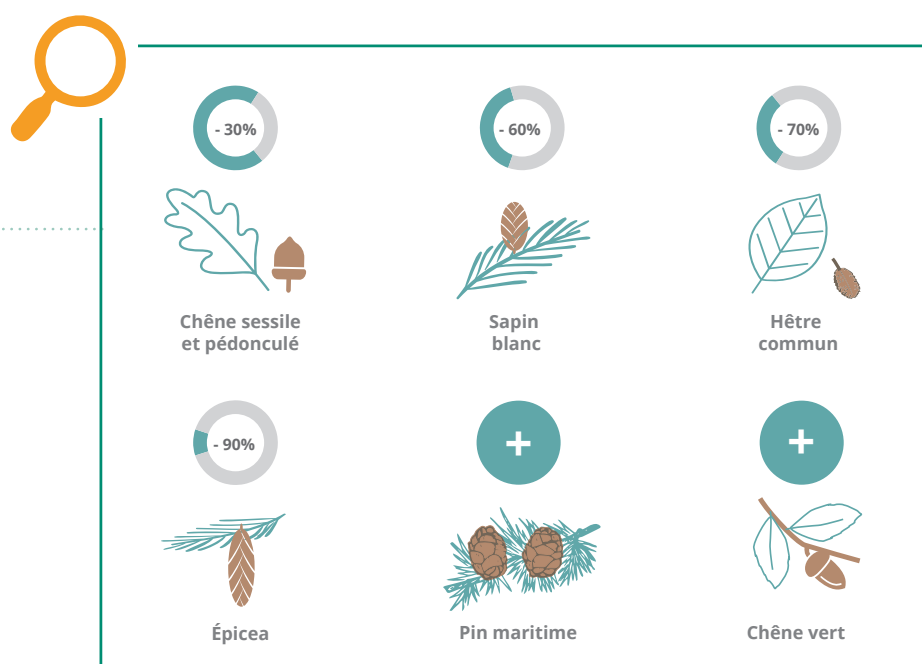


Figure 1. Modification des aires de répartition des essences

Source : RMT Aforce - Conception graphique phiLabs

VERS UNE CRISE SYSTÉMIQUE ?

Les enjeux concernant la forêt sont majeurs. En Europe, les politiques forestières reposent sur le principe de la multifonctionnalité, avec une tendance à renforcer les dispositions en faveur de la biodiversité et du stockage du carbone. Les forêts sont sans doute l'écosystème qui sera soumis aux plus fortes tensions à cause du dérèglement climatique, et des multiples attentes dont elles font l'objet. Le temps de la forêt est un temps long, bien plus que celui de l'agriculture.

Or la forêt est déjà soumise à une multiplicité de stress qui se cumulent et se renforcent, générant dans certains peuplements une crise systémique. Les arbres ne peuvent pas supporter facilement des sécheresses à répétition, ils deviennent plus sensibles aux maladies et aux attaques de ravageurs, aux risques de tempêtes et aux incendies comme durant l'été 2022. Le rythme de migration des essences forestières est bien inférieur au rythme de modification géographique des conditions climatiques.

En France, il est probable que des événements extrêmes conduisent à des dégâts supérieurs à ceux des tempêtes Lothar et Martin en 1999, avec 140 millions de m³ de bois abattus¹. Les risques postérieurs de maladies et d'incendie sont accrus, faisant craindre des impacts majeurs pour la forêt et les activités sylvicoles.

¹ Inventaire forestier national (IFN), L'IF (n°2: Les tempêtes de décembre 1999), 2003



ENTRE DEUX STRATÉGIES, QUEL COMPROMIS ?

Face à ce risque, deux stratégies sont aujourd'hui débattues en France métropolitaine. La première, dite d'extensification, repose sur l'idée qu'une forêt peu perturbée par l'activité humaine sera plus en capacité de faire face à ces risques. La seconde, dite d'intensification, considère au contraire que seule l'intervention humaine sera capable de restaurer les peuplements dégradés et de renouveler les essences adaptées au nouveau climat.

Les travaux de recherche scientifique qui explorent ces différents scénarios sont récents, et ils se concentrent sur les incidences sur le puits de carbone. Il semble que les stratégies d'extensification soient gagnantes en termes de bilan carbone global à court terme, mais que les stratégies d'intensification le soient à plus long terme¹. Les incertitudes fortes sont pointées dans tous les travaux de recherche et ces différentes stratégies doivent être déclinées en finesse dans les différents contextes territoriaux, en fonction des peuplements et des situations socio-économiques.

PRÉLÈVEMENTS DE BOIS ET CAPACITÉS BIOLOGIQUES DES FORÊTS

Les forêts françaises offrent en réalité d'importantes ressources non mobilisées. Elles occupent 17 millions d'hectares, soit 31 % du territoire métropolitain (la quatrième superficie d'Europe après la Suède, la Finlande et l'Espagne) et cette surface a énormément progressé depuis le milieu du XIX^e siècle (elle était tombée à l'époque à moins de 9 millions d'ha). Cette extension de la forêt s'explique principalement par la hausse des rendements agricoles et l'exode rural et très peu par la transition énergétique vers le charbon puis le pétrole. En effet, ces nouvelles énergies se sont accompagnées d'un développement industriel lui-même consommateur de bois, à commencer par les soutènements des mines qui ont mobilisé des volumes très conséquents de bois d'œuvre. En parallèle, la population a fortement augmenté, avec des habitations qui ont gagné en confort et des usages du bois de chauffage qui sont restés majoritaires dans le logement, induisant des consommations de bois énergie probablement stables, même si on ne peut pas les objectiver statistiquement.

L'évolution des surfaces forestières en France métropolitaine est donc décorrélée des consommations de bois. Elle est davantage liée à l'économie rurale et aux besoins en surface de l'agriculture, mais également aux réglementations de protection des forêts. Elle est aussi liée à l'émergence d'un nouveau regard sur les espaces naturels insufflé par le romantisme, marquant un nouveau lien entre les hommes et les paysages forestiers.



¹ Il existe de nombreux travaux sur ces sujets, beaucoup concernant le bois énergie mais la problématique s'applique également au bois matériau : Cowie A., Berndes G., Bentsen N. et al, Applying a science-based systems perspective to dispel misconceptions about climate effects of forest bioenergy, CGB Bioenergy, Avril 2021 ; Roux A., Colin A., Dhôte J.F. et al, Filière forêt-bois et atténuation du changement climatique, Novembre 2017 ; Camia A., Giuntoli J., Jonsson K. et al, The use of woody biomass for energy production in the EU, JRC, 2020.

La consommation de bois a par contre un impact sur la structure de ces boisements, qui peuvent être surexploités et maintenus à l'état de taillis, ou qui vont capitaliser de la biomasse si la pression diminue. Le développement d'une sylviculture plus rationalisée va également conduire à l'amélioration des espaces forestiers tout en conservant une production importante.

Aujourd'hui, même si c'est à rythme moindre que par le passé, la surface forestière continue de grandir dans l'Hexagone du fait de la déprise agricole, à un rythme de près de 100 000 ha par an. Du fait de la hausse du taux de couverture et, surtout, de la pousse des arbres en pleine croissance (les forêts françaises étant relativement jeunes ¹), le stock de bois sur pied continue de progresser. Il était estimé selon le dernier inventaire forestier national à 1,8 milliard de mètres cubes de bois fort tige ² en 1985 et à 2,8 milliards en 2017, soit une croissance de presque 50 % en 30 ans, plus importante pour les feuillus (+ 620 millions de m³) que pour les résineux (+ 290 Mm³), ces derniers étant relativement plus exploités et occupant moins de surface. Les forêts de feuillus représentent 62 % de la surface forestière métropolitaine, celles de résineux 14 %, et le reste est constitué de peuplements mixtes. L'accroissement continu de ce stock sur pied traduit ainsi des prélèvements bien inférieurs à la production biologique de la forêt dans son ensemble.

Selon l'inventaire forestier national, les prélèvements sont de 51,4 Mm³ par an en moyenne (en bois fort pied) sur la période 2013-2021 (23,5 de feuillus et 27,9 de résineux). De son côté, la production biologique annuelle brute tourne autour de 88 millions de Mm³ (51,6 Mm³ pour les feuillus et 36,2 pour les conifères ³). Ces chiffres exprimés en bois fort tige ne comptabilisent pas la masse des branches qui d'une part sont en partie prélevées pour le bois énergie et qui d'autre part apportent un bon tiers de l'accroissement de la biomasse forestière. À défaut de données plus précises, ils donnent un ordre de grandeur : les prélèvements en forêt représentent environ la moitié de l'accroissement naturel global. Prise dans son ensemble, la forêt, loin d'être surexploitée, est donc aujourd'hui plutôt sous-exploitée et il y aurait donc des marges importantes de développement pour le bois énergie et autres usages du bois en vue d'atteindre la neutralité carbone en 2050.

En réalité, ce calcul n'est pas aussi simple, ne serait-ce que parce que le taux de prélèvement moyen est, justement, une moyenne et que cette moyenne cache des situations extrêmement contrastées. Il y a en France d'un côté des massifs « productifs » dont certains sont déjà exploités à la limite de leurs capacités biologiques, voire au-delà (sachant que la régénération des sols et la vie de la microfaune nécessite de laisser du bois mort se décomposer en forêt et que la préservation de cette biodiversité implique donc des taux de prélèvement bien inférieurs à l'accroissement naturel). Et il y a à l'autre bout du spectre de très nombreuses forêts très peu voire pas du tout exploitées pour leur bois.

¹ Plus de la moitié de la surface de forêts en France métropolitaine est âgée de moins de 100 ans.

² Le mètre cube de bois fort tige (BFT) est l'unité de compte des forestiers : les troncs de diamètre supérieur à 7,5 cm entre la base et la terminaison. Ce calcul de volume n'inclut pas les branches des arbres ni les jeunes pousses. Le volume de bois aérien total (VAT) d'un arbre (son tronc et ses branches) est supérieur. Le stock total de bois sur pied est donc beaucoup plus important que les volumes exprimés en bois fort. On retiendra pour le feuillus : VAT = BFT x 1,65.
Pour les résineux : VAT = BFT x 1,35.
https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2019_web-2.pdf

³ Il s'agit de l'accroissement biologique brut dont il faut soustraire la mortalité des arbres pour avoir l'accroissement de la masse vivante. Cette mortalité est de 13,1 Mm³ par an.





RESSOURCES ET PROSPECTIVE

RESSOURCES ET PROSPECTIVE

LES RESSOURCES FORESTIÈRES CLASSIQUES

• ÉVOLUTION DES SURFACES FORESTIÈRES

Les transitions agricole et forestière sont intimement liées. L'intensification de l'agriculture au 19^e siècle a ainsi permis la reconstitution des forêts très dégradées par le surpâturage. La transition agricole qu'on observe aujourd'hui, avec une forte diminution de l'élevage observée et appelée par les objectifs de décarbonation de l'agriculture, impacte une fois encore les surfaces forestières en favorisant leur expansion naturelle.

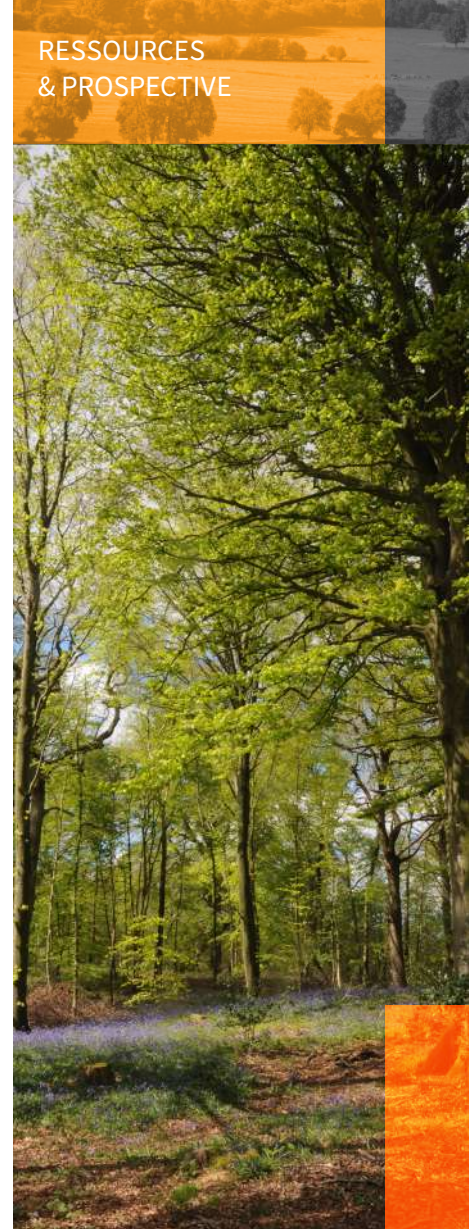
Ainsi, la diminution de l'élevage, qui occupe directement ou indirectement près de 80% des surfaces agricoles, libère dans Afterres2050 2 millions d'hectares. Cela implique naturellement un processus d'enfrichement qu'on observe déjà depuis plusieurs décennies dans certains secteurs agricoles. La diminution des surfaces agricoles s'amplifie les 30 prochaines années, confortant ces dynamiques d'enfrichement, mais laissant aussi la place à des dynamiques intentionnelles de boisement, d'afforestation ou de pratiques intermédiaires comme les taillis à courte rotation.

En parallèle, l'artificialisation des sols est maîtrisée, en accord avec l'objectif de "0 artificialisation nette" en 2050.

300 000 ha sont néanmoins artificialisés entre 2020 et 2050, mais cela n'affecte que très marginalement les espaces forestiers.

Cette fermeture des paysages s'est jusqu'ici opérée sur des propriétés privées, par des accrus spontanés peu productifs, souvent peu gérés ou exploités, sous forme de friches puis de landes. Ces propriétés de tailles diverses ont tendance à se morceler à chaque génération au fil des successions et indivisions. De fait, il y a un enjeu fort à mettre en place des outils fonciers pour conserver des leviers d'action sur ces espaces à l'intérêt économique aujourd'hui secondaire, et éviter d'entretenir la dynamique de morcellement des forêts privées spontanées.

Cependant il faut noter que si la forêt gagne du terrain, les infrastructures agroécologiques arborées (haies, bosquets et alignements d'arbres) ont reculé de 188 000 ha durant la même période 2010-2018, au profit principalement des terres agricoles. Le scénario ambitionne aussi de ne plus perdre aucune surface boisée non forestière.



Dans Afterres2050, les forêts gagnent également sur les prairies et sur les terres arables. C'est la tendance naturelle au travers d'un processus naturel lié à l'abandon de l'activité agricole avec transition par la friche, la lande puis la forêt. Ce processus prend généralement des dizaines d'années selon les conditions pédoclimatiques. Ainsi, les prairies poursuivent leur tendance séculaire à la baisse. Elles perdent un peu plus d'un million d'hectares au profit principalement, à terme, des forêts. On veille à ce qu'elles ne soient dans la mesure du possible ni mises en culture, ni (ou très peu) artificialisées. Les terres arables perdent 1 million d'hectares au profit de l'artificialisation, de la forêt, et d'espaces naturels.

Par ailleurs, le scénario envisage le boisement de 300 000 hectares dans les régions de grandes cultures, où la densité de population est élevée, et où le taux de boisement est faible. Il s'agit d'opérations volontaires portant sur la restauration des corridors, l'élargissement des forêts alluviales (dont des ripisylves) mais aussi la création de forêts péri-urbaines centrées sur la biodiversité et à usage récréatif, et le boisement dans les périmètres de captage d'eau. A ces nouvelles forêts s'ajoutent des formes hybrides de boisement sur terres agricoles, sous la forme de taillis à courte rotation, en parcelles ou en bandes boisées.

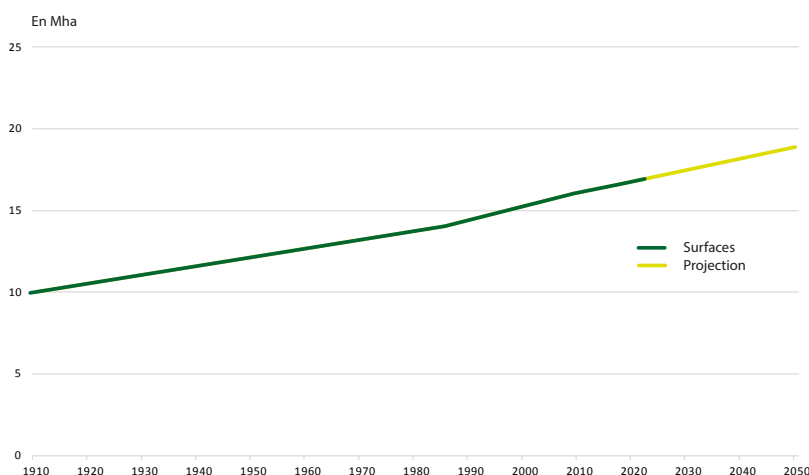


Figure 2. Évolution des surfaces forestières et projection du scénario Afterres2050

Source : Solagro

• ENJEUX LIÉS AUX NOUVEAUX ESPACES FORESTIERS

Ces nouvelles surfaces contribueront vraisemblablement peu aux ressources disponibles en 2050, néanmoins les surfaces qui se sont enfrichées ces 50 dernières années, entrent quant à elles peu à peu dans les forêts productives.

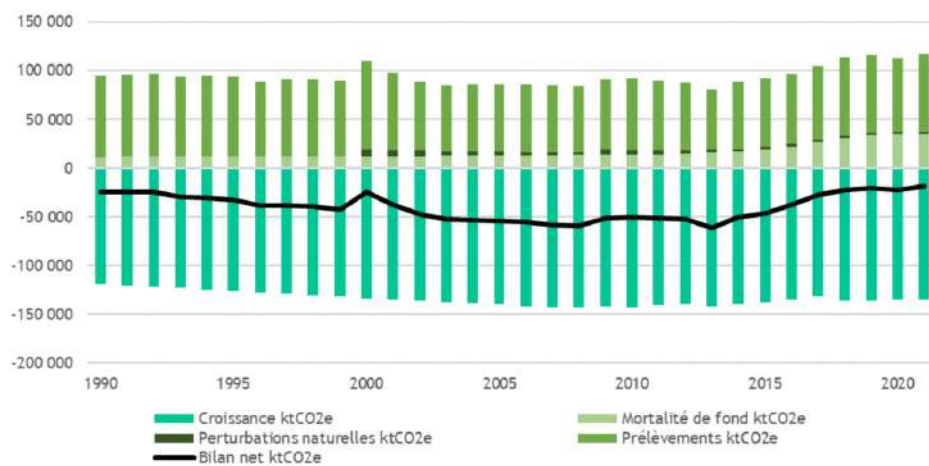
La meilleure exploitation des accrus récents, arrivés en âge d'être exploitables, est une piste intéressante notamment pour la production de bois énergie, qui peut découler d'opérations sylvicoles d'amélioration des peuplements vers des forêts de production de bois d'œuvre. Cette ressource est aujourd'hui peu valorisée car elle est souvent située dans des espaces de forêt privée sans documents de gestion. Les incitations à la gestion durable, l'animation foncière de la forêt privée et le rôle d'opérateur foncier que peuvent jouer les collectivités locales sont des leviers importants de la mobilisation de ces espaces forestiers.

Par ailleurs, cette évolution des surfaces agricoles permet d'envisager de consacrer certains secteurs à des cultures énergétiques ligneuses comme des taillis à courte rotation dans les secteurs bien arrosés comme les périmètres de captage d'eau potable pour lesquels le couvert boisé contribue à l'amélioration de la qualité de l'eau.

• ACCROISSEMENT NATUREL ET MORTALITÉ DES FORÊTS EN PLACE

L'inventaire du CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique) a montré une diminution importante du puits de carbone forestier, malgré une relative stabilité des prélèvements. Cette situation est principalement due à deux variables : la mortalité des arbres (déperissement) et la production biologique de la forêt, qui stagne voire diminue, bien que sa surface augmente.

Le scénario Afterres2050 version 2016 tablait sur une augmentation de l'accroissement naturel, comme ce que l'on observait depuis les années 1990, en s'appuyant sur le gain de surface et la jeunesse des surfaces forestières. Cette vision a été révisée, car les 5 dernières années ont enregistré un réel changement de tendance : les années chaudes et sèches ralentissent la croissance des arbres.



Ces tendances sont très préoccupantes et montrent des futurs possibles très contrastés. Alors que les données 2022, probablement très mauvaises en termes de mortalité, ne figurent pas encore dans cette série, la prolongation des tendances observées suggère qu'il est possible que la forêt française ne joue plus son rôle de puits de carbone.

Il est aujourd'hui impossible de déterminer précisément comment accroissement naturel et mortalité vont évoluer à moyen terme, mais les stratégies de gestion forestière doivent intégrer ce nouveau contexte dans la conduite des itinéraires techniques, des choix d'essences à planter et dans les prélèvements.

En effet, le niveau de récolte et le choix des essences prélevées apparaît comme un outil important pour réduire les risques de mortalité, comme cela a pu être fait en forêt publique en Bourgogne Franche Comté face à la crise des scolytes : les acteurs de la forêt publique (ONF, communes forestières) ont reporté de nombreuses coupes prévues dans des peuplements sains pour prioriser les parcelles d'épicéas, fortement impactées par les dépérissement. Cette capacité à piloter le calendrier de coupe à une échelle régionale (impliquant de différer des recettes pour des communes) a permis d'atténuer fortement les fluctuations du marché du bois local et d'orienter les prélèvements sur des volumes qui se seraient retrouvés dans les chiffres de la mortalité à court terme.

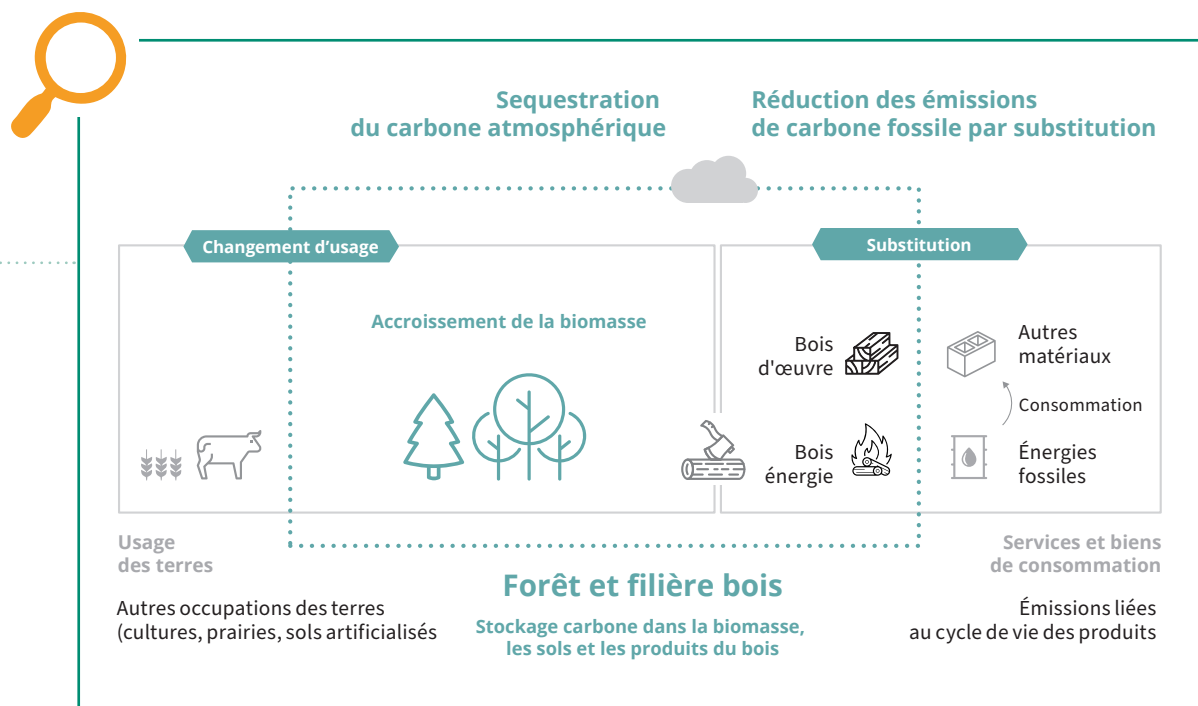


Figure 4. Les enjeux carbone en forêt et dans les usages du bois

Source : Conception graphique phiLabs

• UN MODÈLE DE SYLVICULTURE QUI ÉVOLUE

La mobilisation des ressources forestières fait face à plusieurs problématiques. Certains secteurs géographiques sont sous-exploités, notamment à cause du morcellement de la propriété forestière privée, tandis que d'autres secteurs font face à une exploitation intense, pour répondre aux besoins de récolte de bois standardisés dans une logique d'optimisation de la filière.

Au vu des premiers impacts du réchauffement climatique, la résilience des espaces forestiers apparaît comme un critère principal qui doit guider les choix de gestion. Cependant, les incertitudes concernant la résilience effective des boisements face aux risques liés aux effets de seuils climatiques ou aux attaques parasitaires plaident pour des stratégies diversifiées à l'échelle de chaque massif pour multiplier les chances de succès et capitaliser sur les réussites. Cette diversification s'opère à différents niveaux : dans les essences des peuplements, leurs âges, les pratiques d'exploitation, les itinéraires techniques de valorisation, etc.



Le principe de mise en gestion d'un maximum de surface forestière est ainsi un objectif capital, la notion de gestion ne se traduisant pas nécessairement par de l'exploitation forestière, mais surtout par la réalisation d'un diagnostic et d'un suivi des parcelles avec un plan de gestion pouvant être guidé par différents enjeux : la production de bois mais également les réserves de biodiversité, le stockage de carbone, les activités récréatives, la gestion de l'eau, etc... Le développement de paiements pour services environnementaux (PSE) peut à ce titre contribuer à rémunérer des itinéraires de gestion non productifs, ou moins productifs que ceux pratiqués jusqu'alors.

La vision prospective Afterres s'appuie ainsi sur une évolution des pratiques sylvicoles vers davantage de sylviculture à couvert continu, mais aussi sur la sortie des pratiques intensives (mécanisation lourde, plantations régulières de résineux, coupes rases...). Installées depuis plusieurs décennies, les parcelles en monocultures de résineux vont ainsi encore conduire à des coupes rases induites par les itinéraires sylvicoles prévus pour la valorisation de ces bois. Ce sont les plantations qui les remplacent aujourd'hui qui dessinent le paysage de la fin du 21^e siècle et qui doivent correspondre à des peuplements diversifiés, qui pourront être valorisés en sylviculture continue, sans recours à des opérations mettant à nu l'ensemble de la parcelle.

• DES RÉSERVES FORESTIÈRES INTÉGRALES

À des fins scientifiques et culturelles mais aussi pour conserver certaines espèces spécialistes des vieilles forêts et des vieux bois (insectes saproxyliques, pic tridactyle, grand tétras, lynx...), il est proposé de consacrer d'ici 2050 3% de notre surface forestière métropolitaine, soit 600 000 ha en réserve intégrale. Ces forêts naturelles s'ajouteront à celles déjà existantes de Guyane, de Guadeloupe, de Martinique, de la Réunion et de Nouvelle Calédonie.

• PRÉLÈVEMENTS DANS LES FORÊTS DE PRODUCTION

Le scénario intermédiaire s'appuie sur le scénario Dynamiques Territoriales de l'étude INRA/IGN de 2017 ¹, portant à environ 68 Mm³ les prélèvements de bois (en volume aérien total), soit une récolte de 62,4 Mm³ pertes déduites, soit une augmentation de l'ordre de 30 % de la récolte actuelle, estimée à 48,2 Mm³.

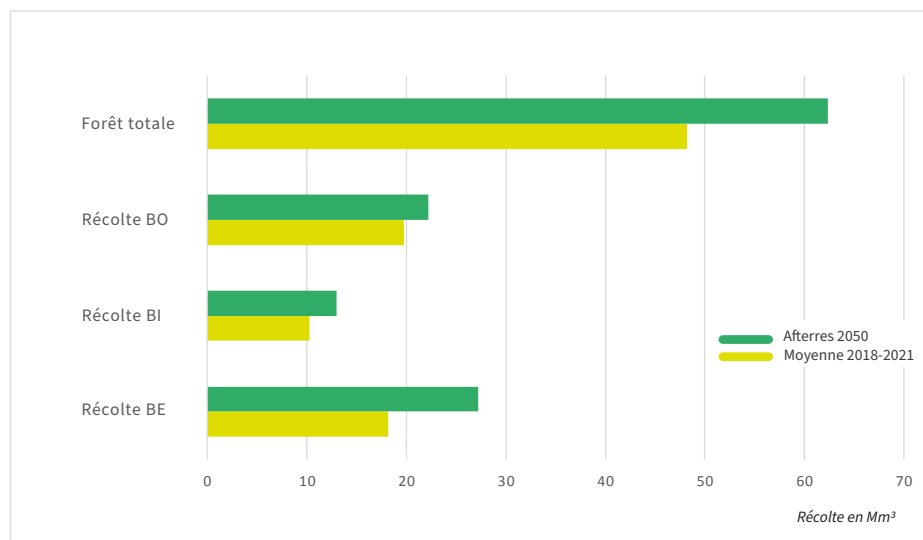


Figure 5. Évolution des principaux indicateurs proposée par le scénario Afterres2050

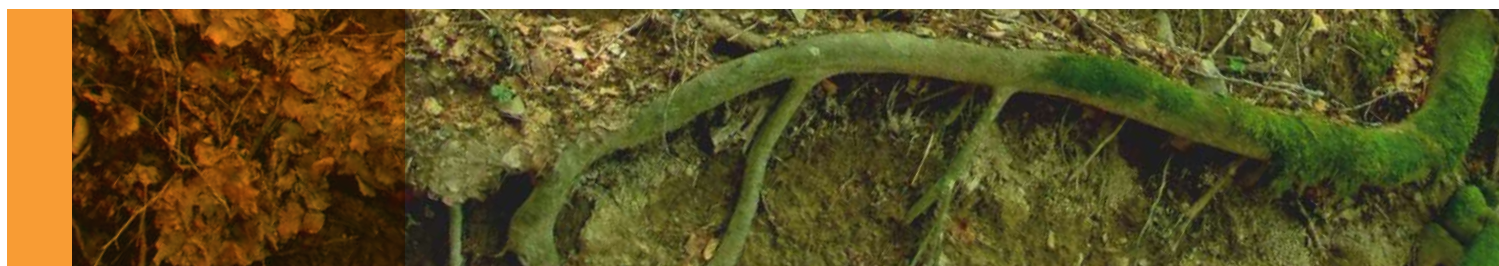
Source : Solagro - Afterres2050

Cette orientation est guidée par l'ambition de renforcer fortement la part des surface gérées massif par massif pour répartir les prélèvements sur des surfaces plus importantes qu'aujourd'hui afin de limiter la pression sur les massifs déjà très exploités aujourd'hui, en adoptant des stratégies d'exploitation orientées vers la prévention de la mortalité en forêt. Les essences feuillues sont davantage mobilisées qu'aujourd'hui, notamment vers les filières matériaux (voir demande en bois d'œuvre).

¹ La version du scénario utilisée est la version "RCP 8,5 sans crise" qui prévoit une forte diminution de l'accroissement naturel telle qu'on l'observe actuellement, mais sans prévoir les événements comme les tempêtes.

« Le dépérissement est plus fréquent en forêt privée sans Plan Simple de Gestion (PSG) (6 %) que dans les autres types de propriétés (forêt privée avec PSG ou forêt publique : autour de 4 %). Cela est probablement lié au fait que, dans les forêts gérées dans un but de production, les arbres sont récoltés lorsqu'ils commencent à dépérir, surtout s'ils ont une valeur économique, alors qu'ils sont laissés dans les autres peuplements. »

Source Mémento IGN 2023



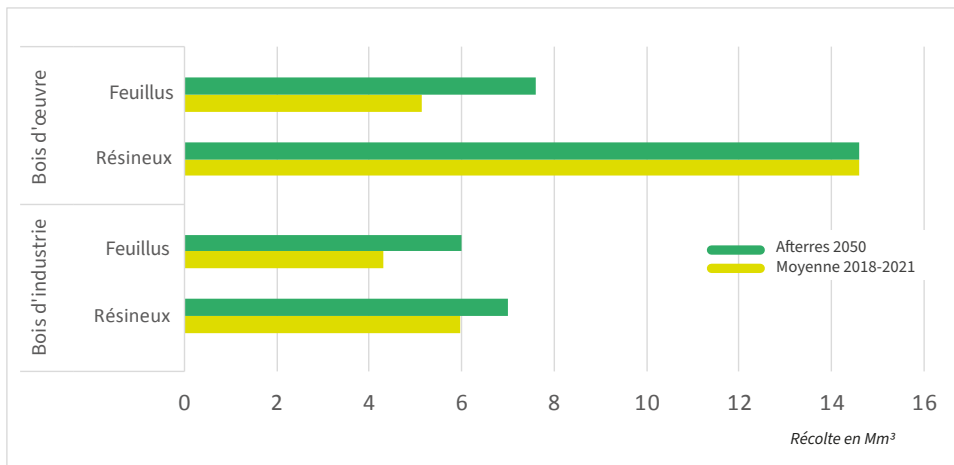


Figure 6. Évolution de la récolte de bois d'œuvre et d'industrie dans le scénario Afterres 2050

Source : Solagro - Afterres2050

La récolte de **bois d'œuvre** augmente donc modérément en renforçant la mobilisation des essences feuillues tandis que les prélèvements de résineux restent stables en s'appuyant sur des surfaces d'exploitation plus importantes pour limiter la pression sur des secteurs aujourd'hui surexploités.

La récolte en **bois d'industrie** augmente également modérément, conformément à l'évolution des besoins identifiés.¹

¹ Cf partie sur l'évolution de la demande, page 35

C'est la récolte de bois énergie qui augmente le plus significativement (+50%).

La récolte de bois énergie et de bois d'industrie permet la valorisation de bois de moindre qualité, elle apparaît ainsi comme un outil du gestionnaire forestier dans l'amélioration des peuplements, ainsi que comme un exutoire pour les bois déperissants. Elle représente ainsi un levier de l'adaptation des forêts au changement climatique.

« Le bois énergie est un outil financier pour faire des éclaircies en forêt »

*Christine Deleuze, ONF
à l'occasion de la journée bois-énergie du CIBE (6 juin 2023)*



• LA LUTTE CONTRE LES INCENDIES

L'année 2022 a marqué les esprits par l'importance des surfaces de forêt brûlées lors de cet été aux multiples canicules. Pourtant, globalement, les surfaces boisées incendiées sont plutôt en diminution depuis 40 ans, grâce à une politique de prévention et d'intervention efficace, malgré des aléas climatiques plus importants. Cette politique s'est naturellement concentrée sur les secteurs les plus vulnérables comme le pourtour méditerranéen, mais l'été 2022 a montré que l'ensemble du territoire national pouvait être soumis au risque incendie, impliquant un besoin d'élargir fortement les secteurs où sont conduits les efforts de prévention comme le maillage par des pistes de défense des forêts contre l'incendie (DFCI).

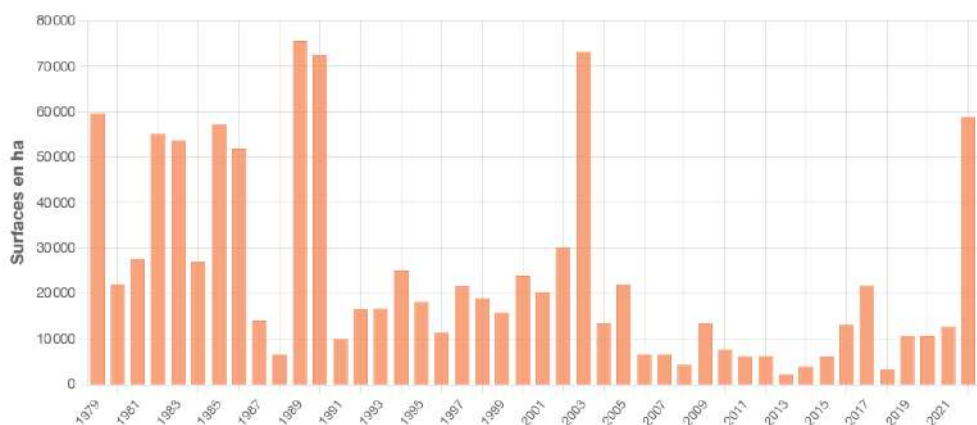


Figure 7. Surfaces boisées détruites par le feu

Source : Observatoire des forêts françaises, d'après la Base De Données sur les Incendies de Forêt en France (BDIFF)



Ces incendies se traduisent par plusieurs impacts :

- **Sur la biodiversité**, avec la mortalité massive des espèces en place et la destruction des habitats, ainsi que par la dégradation des sols;
- **Sur les volumes de bois en place** partiellement dégradés en quantité et qualité, parfois totalement détruits;
- **Sur les paysages**, les zones incendiées étant marquées pour de nombreuses années par les marques du feu;
- **Sur le carbone**, même si cet impact est relatif. En effet, les bois brûlés représentent une émission directe de carbone vers l'atmosphère, mais toute la matière carbonisée qui reste sur les parcelles représente un stock de carbone pérenne qui mettra jusqu'à 5000 ans à se dégrader.

L'adaptation des espaces forestiers au risque incendie se traduit à court terme par des mesures réglementaires poussant à exploiter et/ou entretenir des surfaces importantes:

→ Les **obligations de desserte forestière** de Défense des Forêts Contre l'Incendie (DFCI) vont être élargies bien au-delà des espaces méditerranéens, générant des volumes de bois non négligeables, et rendant possible l'accès à des massifs aujourd'hui inexploités faute de desserte forestière.

→ Les **obligations légales de débroussaillage** pour les riverains des espaces forestiers vont impliquer des pratiques plus intenses d'entretien des lisières générant des volumes de petits bois. Aujourd'hui souvent broyés, ou parfois brûlés chez les particuliers en dépit de la réglementation sur la qualité de l'air, ces bois peuvent faire l'objet d'une collecte et d'une valorisation énergétique pouvant contribuer à financer une part de ces interventions nécessaires.

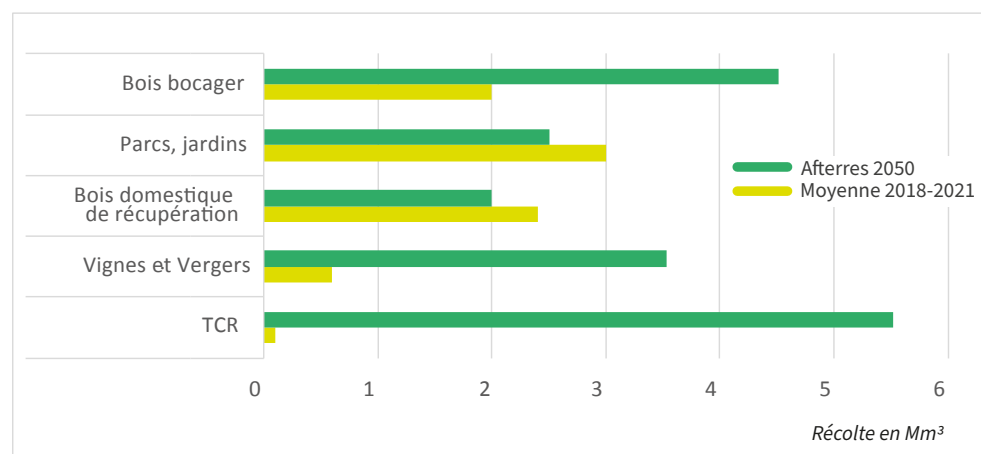
LES RESSOURCES HORS FORÊT

L'évolution des surfaces agricoles et des pratiques (agroforesterie, agroécologie...) entraîne la possibilité de mobiliser de nouvelles ressources. Dans la vision Afterres2050, 2 millions d'hectares de surfaces agricoles sont ainsi « libérés »¹ modifiant fortement les paysages ruraux. L'exploitation des bois de vignes et vergers et de résidus agricoles représente également des potentiels complémentaires de biomasse valorisable.

Tableau 1.
Ressources Hors-Forêt
actuelles et à
l'horizon 2050

Source : Solagro

	Actuel	2050
BOIS HORS FORET (En Mm³)	8,1	18,1
Dont bois bocager agricole	2,0	4,5
Dont parcs, jardins	3,0	2,5
Dont « bois domestique de récupération »	2,4	2,0
Dont Vignes et Vergers	0,6	3,5
Dont TCR	0,10	5,5
AGROCOMBUSTIBLES (en MtMS)	0,06	0,5
Résidus agricoles (coques, noyaux, anas de lin...)		0,2



¹ Afterres2050 Biodiversité - Un scénario fondé sur la nature et pour la nature - Solagro - Novembre 2022

Figure 8. Évolution de la récolte de bois hors forêt dans le scénario Afterres2050

Source : Solagro - Afterres2050

• BOIS BOCAGER, AGROFORESTERIE

Le linéaire de haies aujourd'hui difficilement stabilisé est amené à être doublé dans le scénario Afterres, et la valorisation de bois énergie est un levier reconnu pour contribuer à son entretien. Ainsi, les ressources bocagères, aujourd'hui peu valorisées, représentent un volume de bois conséquent, orienté vers différents circuits de valorisation : bois énergie ou d'industrie, mais également bois d'œuvre pour les hautes tiges à condition de disposer d'outils de valorisation adaptés, comme peuvent l'être les scieries mobiles, bien dimensionnées pour des prestations de coupes ponctuelles sur site.

Les temps nécessaires à la plantation et à la croissance de ces haies impliquent une contribution encore modeste aux volumes de bois mobilisables dans le scénario, mais ces volumes augmentent de manière importante après 2050.

De la même manière, les pratiques d'agroforesterie se développent fortement dans le scénario, pour la production de bois d'œuvre notamment. Cependant les plantations d'aujourd'hui représentent une production négligeable dans les 30 premières années, les itinéraires techniques ne prévoyant pas ou très peu d'éclaircies, et pour lesquelles le broyage et retour au sol de la matière organique est privilégié.

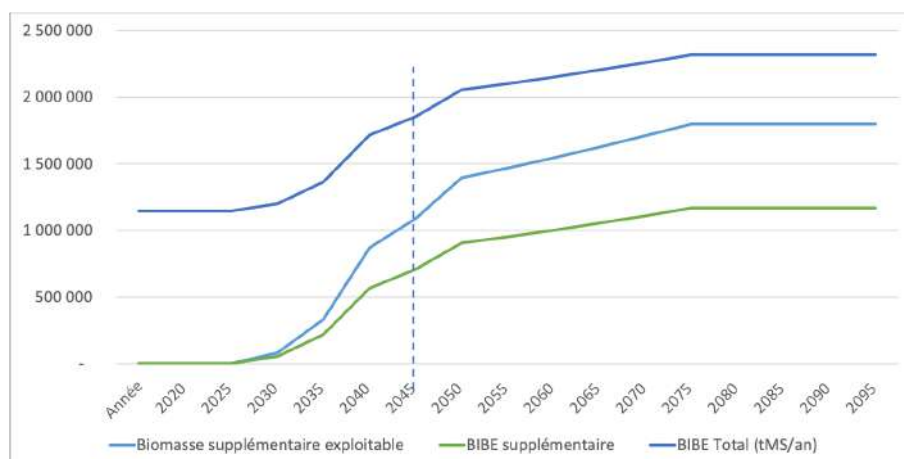


Figure 9. Évolution de la biomasse mobilisable dans les haies, en TMS par an

Source : Solagro - Afterres2050

• BOIS DE PARCS ET JARDINS, BOIS URBAINS

Mal connus, les volumes autoconsommés par les particuliers dans l'entretien de leurs jardins représentent un volume important, d'après les enquêtes réalisées par l'ADEME dans ses études sur le bois domestique. Il convient de traiter ces données avec précaution, les déclarations des particuliers sur l'origine du bois qu'ils consomment pouvant faire l'objet de biais importants.

Nous considérons donc ces volumes à la baisse, parallèlement à la diminution du bois bûche. Lorsqu'ils sont portés en déchetterie, ils sont compensés en partie par une augmentation des volumes des déchets verts urbains et bois d'égavage, dont une partie peut contribuer à alimenter des systèmes de pyrogazéification.



• BOIS DE VIGNES ET VERGERS

Les arrachages et renouvellement de vignes représentent des volumes non négligeables de ceps et de piquets (les sarments restent orientés vers le retour au sol). Ces bois représentent des contraintes fortes pour être valorisés (traitement des fils de fers, terre et pierres dans les ceps...) mais les pratiques actuelles de brûlage en bout de champ vont progressivement s'arrêter avec la mise en application de la réglementation sur le brûlage à l'air libre.

Des solutions techniques de valorisation sont développées aujourd'hui dans certains vignobles, et pourront être déployées pour valoriser ces déchets pouvant devenir problématiques pour les vignerons.

En parallèle, les surfaces de vergers doublent en 2050 dans le scénario Afterres, générant de nouveaux volumes de bois de taille et de renouvellement de vergers, aujourd'hui peu valorisés.



• TAILLIS À COURTE ROTATION

La production de bois à partir de taillis à courte rotation (TCR) peut trouver sa place dans le paysage agricole français dans des secteurs bien arrosés, notamment sur les zones de captage d'eau potable. Contribuant à l'amélioration de la qualité de l'eau, les TCR contribuent également à renforcer le stock de carbone du sol.

Guidés par des objectifs de production mais pas uniquement (enjeux carbone, biodiversité, qualité de l'eau), l'enjeu est de conduire ces TCR dans une logique de durabilité¹. Nous retenons une productivité relativement basse - 8 Tonnes Matière Sèche (TMS) par hectare - sur une surface de 300 000 hectares.

¹ Critères de durabilité et recommandations pour les taillis à courte rotation, projet SRC +, 2014

• AGRO-COMBUSTIBLES, RÉSIDUS AGRICOLES

Les résidus agricoles sont orientés en priorité pour du retour au sol ou la méthanisation, ou des biocarburants de seconde génération. Ne sont orientés en valorisation par combustion que les résidus solides comme les coques et noyaux, ou certains résidus lorsque les projets trouvent une pertinence à l'échelle de l'exploitation (besoins en chaleur) dans la cadre de filières très courtes car ces produits de très faible densité se transportent difficilement.





ÉVOLUTION DE LA DEMANDE

ÉVOLUTION DE LA DEMANDE

LES PRÉLÈVEMENTS DE BOIS, UNE MENACE POUR LA FORÊT FRANÇAISE ?

Alors que l'augmentation de la récolte de bois suscite d'importantes craintes ou espoirs selon les observateurs de la filière, elle est en réalité très stable depuis de plusieurs années :

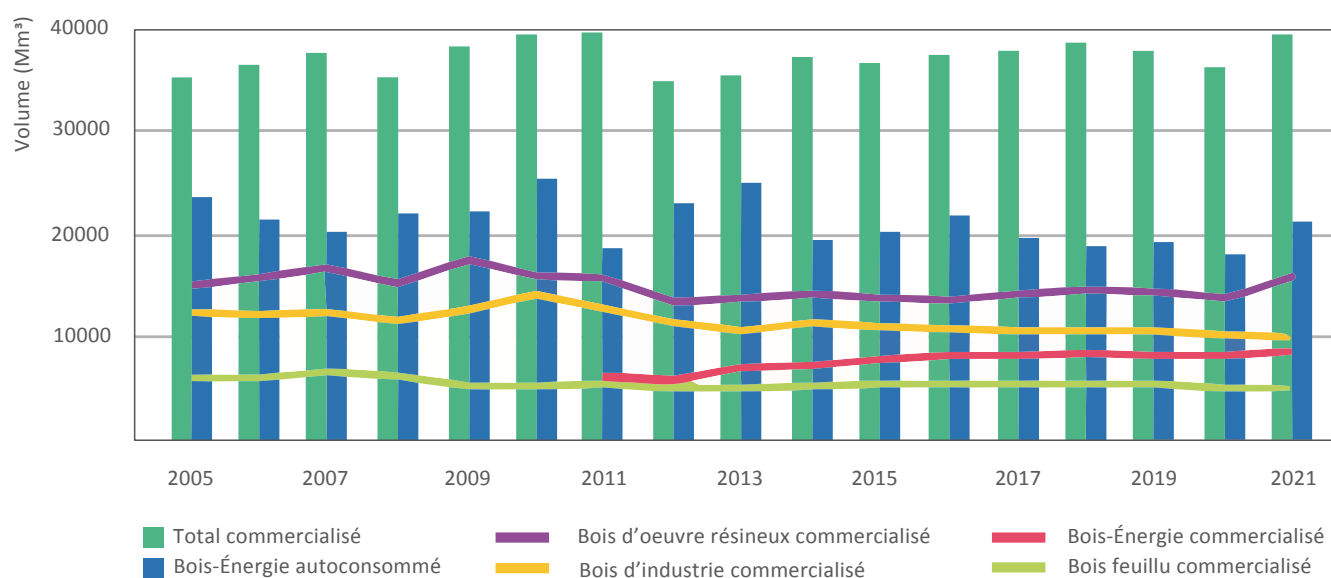


Figure 10. Récolte de bois commercialisée EFS et autoconsommation en France métropolitaine

Source : Observatoire des forêts françaises, d'après la base de données EFS

C'est le bois énergie qui défraie la chronique. Identifié comme une alternative aux énergies fossiles dans la transition énergétique, il génère de fortes inquiétudes sur la surexploitation potentielle des forêts.

Le bois-énergie reste de loin la première source d'énergie renouvelable en France. En 2022, il a représenté une production de 116 térawattheures (TWh) soit 32,9 % de la production primaire renouvelable¹.

Il compte plus que l'hydraulique et l'éolien réunis. Il est à plus de 95 % valorisé sous forme de chaleur directe (appareils de chauffage domestique, réseaux de chaleur urbains...) et très faiblement sous forme d'électricité, le plus souvent dans ce cas dans des installations de cogénération².

¹ Chiffres clés des énergies renouvelables - Édition 2023
Calculs SDES <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energiesrenouvelables-2023/donnees-cles>

² Installations produisant de l'électricité en brûlant un combustible et dont la chaleur est récupérée.

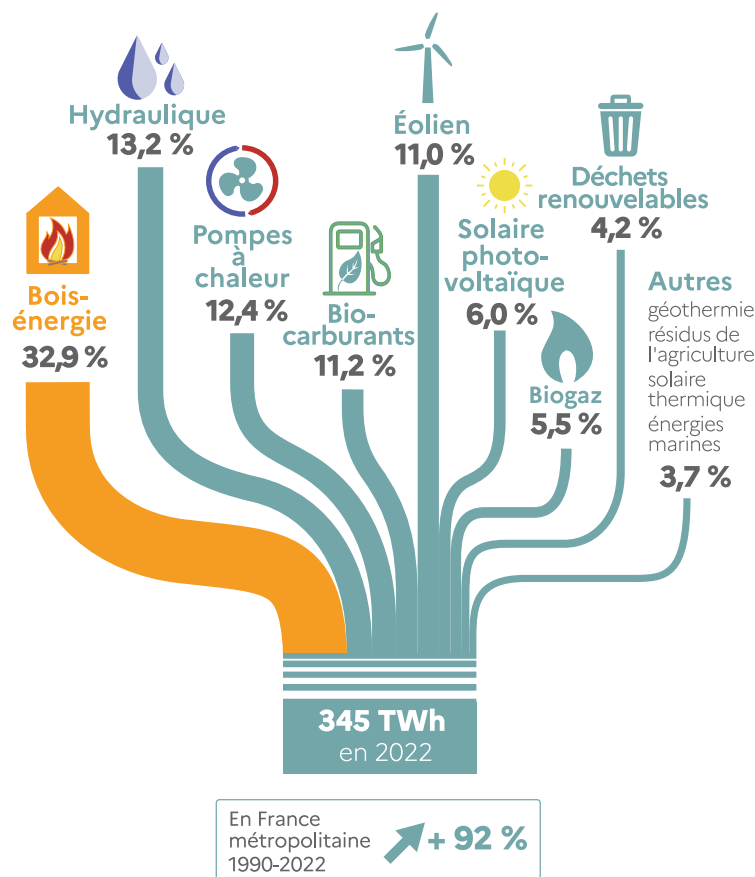
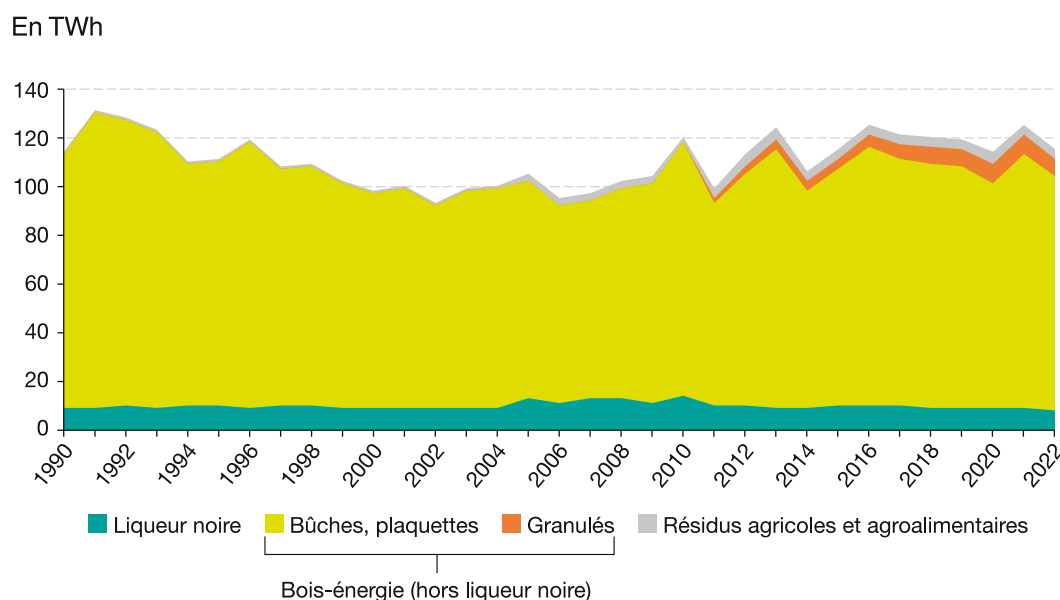


Figure 12. Évolution de la production primaire d'énergies renouvelables, biomasse solide, en TWh

Source : Chiffres clés de l'énergie 2023, SDES



• UNE DEMANDE STABLE

Malgré les différents plans destinés à augmenter la récolte de bois et son usage dans la construction (+12 Mm³ projetés dans le Programme National de la Forêt et du Bois - PNFB 2016-2026) les volumes de bois d'œuvre et d'industrie récoltés restent très stables, avec des filières de sciages toujours très largement portées sur la valorisation de résineux.

La capacité de transformation en France reste insuffisante, induisant des importations de sciage malgré des exportations de bois rond, sans évolution significative de la demande intérieure.

La production énergétique quant à elle, peu ou prou égale à la consommation, est stable depuis plus de trois décennies, avec quelques variations liées à des accidents climatiques (notamment les tempêtes Daria en 1990 et Klaus en 2009). Le quasi-doublement de la production d'énergie renouvelable de 1990 à 2019 (177 à 320 TWh), est imputable à d'autres sources que le bois-énergie resté au même niveau entre ces deux dates (116 TWh) : éolien, agrocarburants, pompes à chaleur, photovoltaïque, chaleur de récupération...



• DES PRÉLÈVEMENTS EN FORÊT TOUT AUSSI STABLES

Les prix de l'énergie n'ont jamais justifié que l'on abatte pour le brûler un arbre qui a mis des dizaines d'années à pousser et représente un capital immobilisé important. Lorsque la parcelle présente un potentiel de production de bois d'œuvre, l'intérêt des propriétaires forestiers est de prélever des troncs arrivant à maturité quand les prix de ce produit, qui restent beaucoup plus élevés que ceux du bois-énergie, sont rémunérateurs. Une autre possibilité consiste à attendre le moment opportun pour valoriser la coupe en bois d'œuvre, quand le marché est porteur.

La production de bois-énergie forestier est majoritairement liée à celle de bois d'œuvre ¹ dont elle est un sous-produit, et d'autant plus avec la diminution des volumes de bois bûche (issus de bois rond), remplacés peu à peu par des plaquettes.

Les sous-produits du bois d'œuvre, valorisables aussi bien en énergie que par l'industrie de la trituration (production de pâte à papier ou panneaux de particules), sont récoltés à quatre stades de la filière, depuis la forêt jusqu'à l'objet en fin de vie. Les éclaircies pratiquées par les sylviculteurs de manière à favoriser la pousse des arbres les plus prometteurs forment un premier stade. La vente de ce bois d'éclaircie permet de financer ces travaux forestiers. Lorsque l'arbre est abattu et la grume (le tronc) transportée en scierie, la récupération du houppier (les branches), généralement débité en bûches pour l'usage domestique, constitue le second stade. Viennent ensuite les connexes de scierie (écorces, chutes, sciures) et enfin, dernier stade, la récupération des déchets de bois (palettes, meubles, bois issus des chantiers de démolition, liqueurs noires de l'industrie papetière...). On considère que pour un mètre cube de bois d'œuvre, un arbre donne un mètre cube de connexes de scieries et un mètre cube de branches, ce à quoi il faut ajouter, en amont, les éclaircies et, en aval, la récupération des déchets.

¹ Sciages destinés à la construction (charpentes...) et autres produits de menuiserie mais aussi au bois d'emballage (palettes). Le marché des charpentes et autres menuiseries est équivalent en valeur à celui des emballages en bois (respectivement 2,5 et 2,2 milliards d'euros en 2018). Voir memento 2020 du FCBA (fcba.fr)

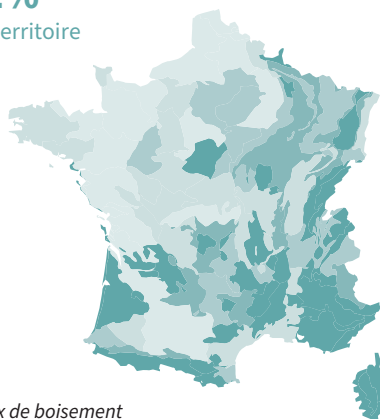




La forêt occupe 17,3 Mha

31%

Du territoire



Taux de boisement

< 15 % > 45 %

Stock sur pied

en 1985
1,8 Md m³

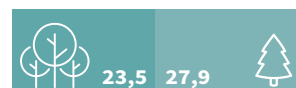


+ 50 %
en 30 ans Aujourd'hui
2,8 Md m³

Inventaire forestier national de bois fort tige (Ø > 7,5 cm)

Source : Inventaire forestier IGN, 2023

Prélèvement annuel



51,4 Mm³

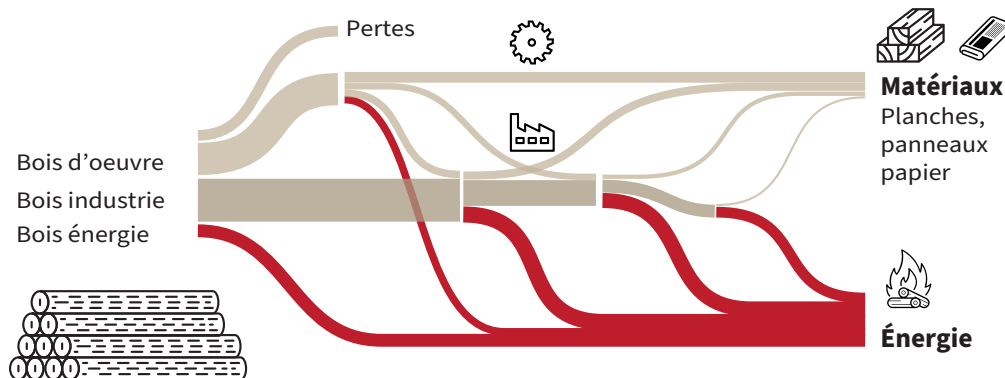
Production biologique annuelle

87,8 Mm³



3%

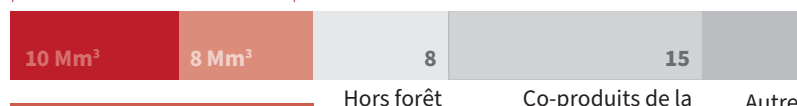
Le bois énergie, sous-produits du bois d'oeuvre



Moins de 40% du bois-énergie est prélevé en forêt

Hors circuit
professionnel

Circuit pro.



Bois-énergie prélevé en forêt
18 Mm³

Total 2017 ¹
47 Mm³

¹ Date de la dernière étude nationale

Figure 13. Les usages bois

Source : Inventaire forestier IGN - Conception graphique phiLabs



USAGES ET PROSPECTIVE

USAGES ET PROSPECTIVE

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

• ÉVOLUTION DU PARC DE LOGEMENT ET DU RYTHME DE CONSTRUCTION / RÉNOVATION

Le nouveau scénario négaMat a mis en lumière une évolution drastiquement à la baisse de la construction neuve, répondant à plusieurs tendances de fond en accord avec la stratégie « zéro artificialisation nette » : les prévisions de l'INSEE publiées en 2021 prévoient une stabilisation progressive de la population nationale autour de 69 Millions d'habitants en 2050, et les tendances à la décohabitation se stabilisent. En parallèle, les incitations à la rénovation des logements vacants, au partage des résidences secondaires et aux cohabitations intergénérationnelles entraînent une maîtrise des besoins en constructions neuves.

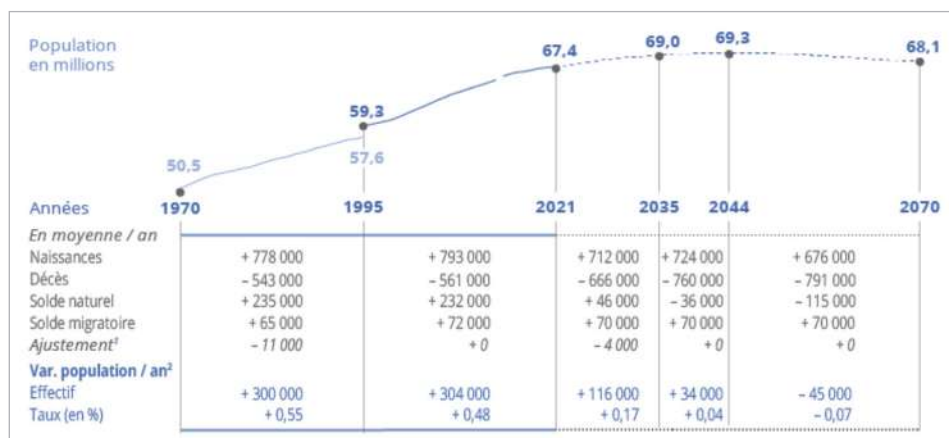


Figure 14. Évolution de la population de 1970 à 2070 (scénario central)

Source : Insee, estimations de population, statistiques de l'état civil et scénario central des projections de population 2021-2070

Ces dynamiques se traduisent par une diminution très importante de la construction neuve de logements par rapport au rythme constaté ces dernières décennies, qui s'accompagne en parallèle d'une diminution des constructions de bâtiments tertiaires. En parallèle, le rythme de rénovation augmente de manière très rapide pour atteindre un parc de bâtiment performant en 2050, à l'exception d'une portion de bâtiments pour lesquels les contraintes patrimoniales notamment empêchent une rénovation performante.



Figure 15. Évolution du nombre de construction et de rénovation par an dans le scénario négaWatt, en milliers

Source : négaWatt, 2022

■ INCIDENCE SUR LES VOLUMES DE BOIS MATÉRIAUX CONSOMMÉS

Ces évolutions ont de forts impacts sur la filière bois : la demande en matériaux primaires diminue, malgré la pertinence et l'augmentation de son utilisation dans la construction pour son empreinte carbone entre autres avantage. Les parts de marché de la construction bois augmentent considérablement :

- Maisons individuelles en structure bois :
de 15 % aujourd'hui à 95 % en 2050
- Logements collectifs en structure bois :
de 5 % à 40 %
- Bâtiments tertiaires en structure bois :
de 10 % à 40 %
- Bâtiments agricoles et industriels en structure bois :
de 18 % à 50 %
- Menuiseries bois :
de 16 % à 90 %
- Bardages bois :
plus de 50 % tous bâtiments confondus



Les efforts de rénovation se traduisent également par une consommation de matériaux issus de la filière bois mais dans des proportions incomparablement plus faibles.

Les isolants notamment s'appuient fortement sur les matériaux biosourcés qui atteignent des parts de marchés de 70 % en 2050 contre 10 % aujourd'hui. Ces derniers sont différenciés entre les matériaux issus de l'économie circulaire (ouate de cellulose par exemple, issue du recyclage du papier, isolants issus du recyclage textiles) et les matériaux issus de fibres de bois ou de produits agricoles. Ces derniers correspondent à un volume total de 1 Million de tonnes réparti entre ces différentes ressources.

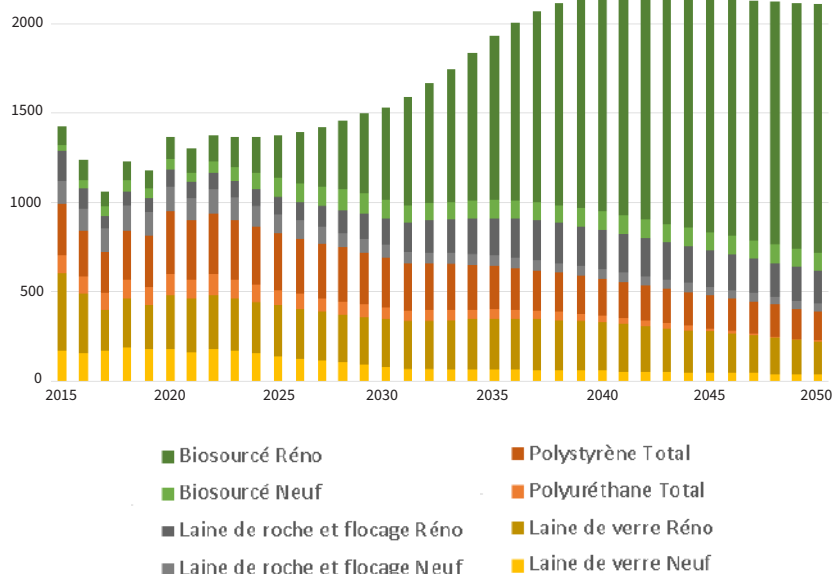


Figure 16. Matériaux d'isolation dans la construction et la rénovation dans le scénario négaWatt

Source : Outil MODEIRE/négaMAT, Institut négaWatt, Enertech SCOP et Solagro pour l'ADEME

L'équilibre entre les ressources matière et les usages repose fortement sur la capacité des transformateurs et des constructeurs à s'adapter aux essences et qualités disponibles localement, afin de limiter la pression sur la ressource en bois d'œuvre résineux de qualités supérieures. L'emploi d'essences feuillues présente un enjeu technique et économique identifié de longue date par la filière. Les freins au déploiement de l'usage feuillu sont levés peu à peu par une politique d'accompagnement des acteurs de la filière (prescripteurs, architectes, artisans, scieurs...) permettant de conforter des techniques qui restent peu développées aujourd'hui (lamelage, aboutage, etc...). Le recours à des méthodes de classement mécanique par machine plutôt que visuel est également un levier pour optimiser les qualités de bois et limiter un surdimensionnement excessif des éléments structurels. Enfin, la sobriété passera aussi par les économies de matière, par exemple en favorisant dès que possible l'ossature bois aux panneaux massifs CLT (Cross Laminated Timber, constitués de plusieurs couches de sciages contrecollés) beaucoup plus consommateurs en matière première, ce qui au passage favorise des produits les plus disponibles chez les transformateurs français.

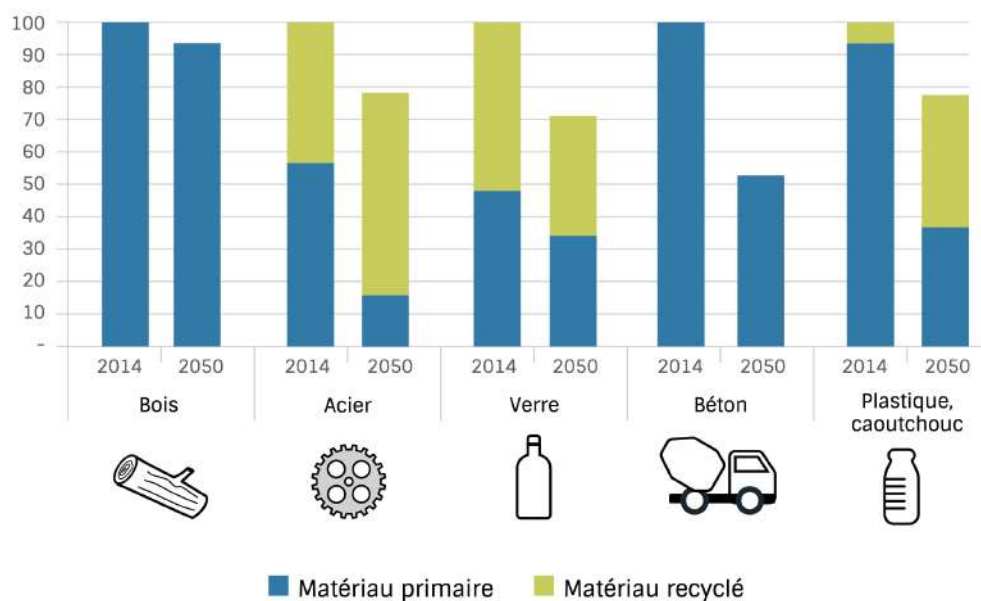


Figure 17. Évolution de la consommation de matériaux primaires et recyclés

Source : Scénario négaWatt/négaMat 2022



¹ Transition industrielle -
Prospective énergie matière :
vers un outil de modélisation
des niveaux de production
ADEME - 2020

Tableau 2. Évolution
des usages "papier"

Tendance actuelle et passée	Tendance projetée
PAPIER GRAPHIQUE	
Baisse liée principalement à la dématérialisation, sauf pour « imprimé publicitaire BAL » qui représente 25% de la demande et qui a augmenté de 15% depuis 2004	Prolongation tendance actuelle de baisse (dématérialisation), baisse aussi sur publicité BAL (réglementation/interdiction)
PAPIER EMBALLAGE	
Consommation stable	Hausse liée à l'e-commerce et la substitution plastique, malgré la baisse liée à la durabilité des objets et la réduction du gaspillage
PAPIER HYGIÈNE	
+20% de consommation depuis 2006 (la production suit : produit de faible densité volumique donc transport coûteux)	-10% (en t/hab) : Réduction gaspillage et des usages substituables (lingettes)

L'intégration de papier recyclé dans les usages pèse également sur ces projections, entraînant une diminution des besoins en pâte vierge et ainsi, une baisse des besoins en ressources primaires de bois.

Cependant, la France importe aujourd'hui une part importante de sa pâte à papier et externalise une partie du traitement du papier recyclé collecté. Ces différents flux pénalisent la balance commerciale nationale et peuvent faire l'objet de projets de relocalisation industrielle.



BOIS-ÉNERGIE

La demande en énergie occupe une grande place dans les usages de produits bois. L'actualisation 2023 de la vision Afterres a évolué, en accord avec le scénario négaWatt 2022. La vision prospective s'appuie sur les usages de toute biomasse solide (bois hors-forêt, rebuts, connexes de scieries...).

• LES USAGES CHALEUR DANS LE LOGEMENT

Le chauffage au bois bûche des particuliers est depuis longtemps la première énergie renouvelable de France. S'appuyant traditionnellement sur de l'auto-approvisionnement dans les secteurs ruraux, l'usage domestique du bois énergie fait l'objet de mutations profondes qu'il est difficile de documenter car une part importante des volumes consommés échappe à la statistique.

Les tendances observées par les études périodiques de l'ADEME sur le sujet sont très claires : la consommation de bûche a diminué de 31,5 Mm³ en 2000 à 23 Mm³ en 2017 malgré une stabilité des ménages utilisateurs.

C'est le fait principalement d'un changement des profils d'utilisateurs : les ménages ruraux qui consommaient de grands volumes de bois dans de grands logements anciens ont fortement diminué, tandis que les ménages péri-urbains utilisant le bois bûche en appoint dans des logements mieux isolés a augmenté. L'efficacité des appareils de chauffage au bois a également augmenté, impliquant une consommation par ménage en baisse. La croissance rapide de la consommation de granulés ne suffit pas à compenser cette diminution des volumes de bois consommés. Cet essor représente plutôt une transition de la consommation de bois domestique d'une ressource primaire vers la valorisation de coproduits de l'industrie du bois.

L'analyse des statistiques des enquêtes annuelles de branche ne traduit pas cette tendance, car la professionnalisation du secteur du bois bûche fait que les volumes recensés augmentent. Mais en croisant les données de récolte officielle de bois énergie et de consommation de bois issu de forêt non comptabilisé, on observe une diminution globale des volumes de bois énergie prélevés en forêt sur la période 2010-2017.

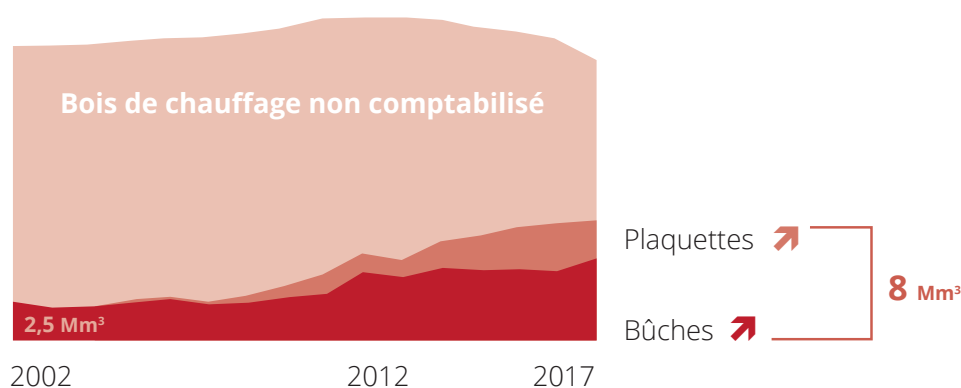


Figure 18. Estimation des consommations de bois issu de forêt pour la production d'énergie à partir du croisement des statistiques officielles de consommation de bois énergie et de récolte de bois en forêt

Source : Solagro / phiLabs

L'année 2022, susceptible de se démarquer des tendances habituelles avec la crise énergétique liée à la guerre en Ukraine a montré une diminution des volumes de bois consommés avec plusieurs facteurs, mais le principal étant la douceur des températures de cet hiver, qui reste le principal déterminant des fluctuations annuelles de la consommation.

En parallèle, la tendance actuelle à la modernisation et à l'amélioration des performances du parc d'appareils de chauffage se poursuit, impliquant une consommation unitaire qui continue à baisser et un report vers les granulés qui se confirme fortement. Cette tendance est fortement stimulée par les pouvoirs publics au travers des fonds Air-Bois de l'ADEME par exemple : destinés à l'amélioration de la qualité de l'air principalement, ils contribuent très fortement à l'augmentation de l'efficacité globale du parc d'appareils de chauffage, et donc à la possibilité de chauffer beaucoup plus de ménages avec une ressource constante.

La rénovation progressive du parc de logement entraîne par ailleurs à moyen terme une baisse très importante des besoins énergétiques des logements.

L'isolation performante rend par ailleurs complexe l'usage du bois bûche pour chauffer les petits logements : les appareils les plus petits sont souvent déjà trop puissants et entraînent une surchauffe, surtout en intersaison. Les appareils aux granulés sont par contre tout à fait adaptés grâce à leur performances à bas régime et leurs capacités de régulation.

■ LES USAGES CHALEUR DANS LES AUTRES SECTEURS

La substitution des énergies fossiles dans le tertiaire et l'industrie se poursuit pour décarboner ces secteurs. L'agriculture reste un secteur consommateur très secondaire, les serres chauffées n'étant pas développées dans le scénario.

Les usages directs de la biomasse solide pour la chaleur sont d'abord stables et diminuent progressivement grâce aux mesures de sobriété et d'efficacité.

■ LES CENTRALES BIOMASSE ET RÉSEAUX DE CHALEUR

Les nouvelles unités de production d'électricité par des centrales biomasse sont exclues, la production d'électricité uniquement diminuée, les centrales biomasse électriques étant progressivement abandonnées du fait d'un rendement et d'un bilan carbone défavorables.

La production de chaleur et d'électricité par cogénération augmente modérément, la cogénération permettant ponctuellement d'améliorer les performances de réseaux de chaleur, qui reste l'usage prioritaire du bois énergie. Les réseaux de chaleur se développent et s'appuient sur davantage de biomasse dans leur mix, avant de voir leur consommation globale diminuer avec la maîtrise des besoins en chaleur.



• LA PYROGAZÉIFICATION

La pyrogazéification est un procédé thermochimique, permettant de produire des combustibles solides, liquides ou gazeux à partir de matière organique lignocellulosique ou d'hydrocarbure. C'est un ancien procédé qui a permis d'alimenter les premiers réseaux de « gaz de ville » à la fin du XIX^{ème} siècle à partir de charbon, et qui a ensuite été détrôné par l'arrivée du gaz naturel.

Dans sa version récente et renouvelable ce procédé peut convertir du bois ou des déchets ligneux en méthane, permettant ainsi de compléter l'offre de méthane renouvelable en 2050. À cet horizon, dans la vision négaWatt, la demande de méthane est réduite de moitié par rapport à aujourd'hui mais surtout se concentre sur des usages difficilement accessibles à d'autres vecteurs tels que la biomasse solide ou l'électricité : carburant pour transport routier (marchandise, longue distance), haute température (industrie), équilibrage du réseau électrique (centrales électriques de pointe). Pour ce dernier usage, impliquant de fournir une forte puissance électrique sur quelques jours ou semaines, le gaz apparaît comme un vecteur bien plus adapté que la biomasse, pour laquelle les contraintes techniques et logistiques imposent des plages de fonctionnement plus régulières.

Ce choix du vecteur gaz est particulièrement pertinent pour la France qui bénéficie déjà d'une infrastructure très importante de transport, distribution et stockage. Ce réseau de gaz permet en particulier de faciliter l'adéquation géographique mais aussi temporelle de l'offre et de la demande : on peut ainsi limiter le transport de la biomasse en localisant les unités de pyrogazéification près des bassins d'approvisionnement. La pyrogazéification existe avec une multitude de procédés pouvant s'adapter à différentes ressources de bois à la fois en termes de qualité et de quantité.

La pyrogazéification s'inscrit donc dans un système énergétique global, et trouve sa pertinence dans la capacité de cette technique à produire du gaz à partir de résidus ligneux de toute nature, notamment de petits calibres type déchets verts ou produits de débroussaillage tout au long de l'année. Cette filière rentre dans une phase de production significative en 2030 en se substituant progressivement aux usages chaleur.



■ BILAN DE LA DEMANDE ÉNERGÉTIQUE

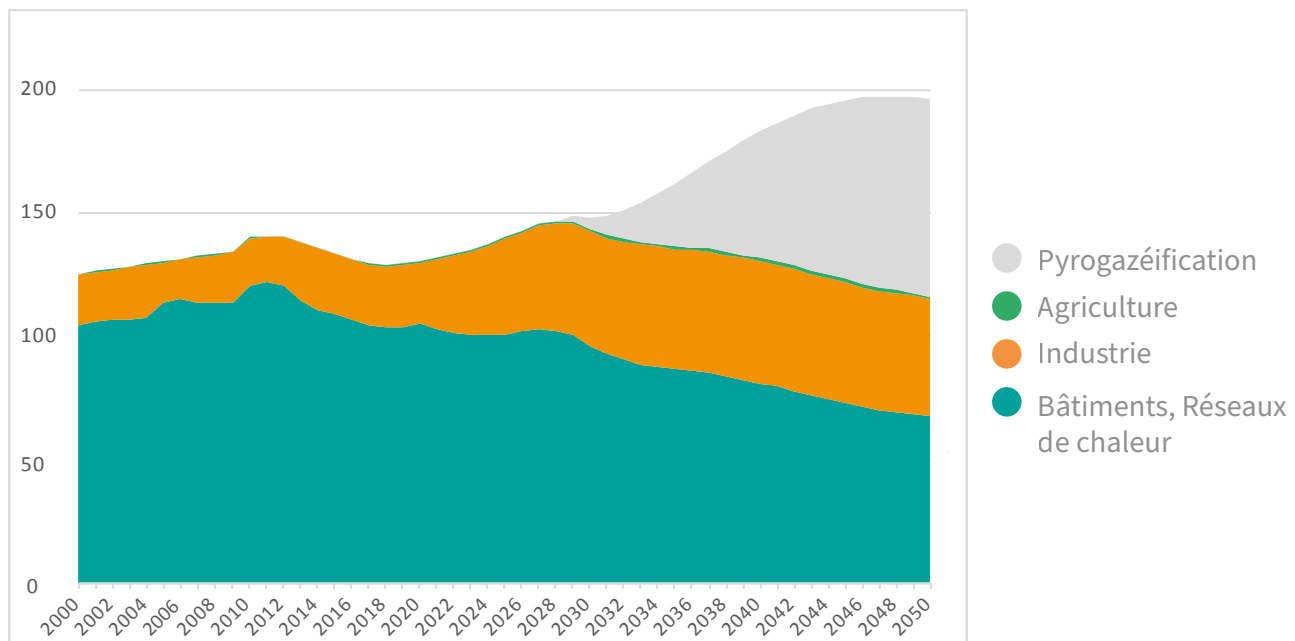


Figure 19. Usages énergétiques de la biomasse solide dans le scénario négaWatt, en TWh

Source : Scénario négaWatt



Les usages énergétiques se développent au fil du temps, malgré une diminution des usages chaleur, avec le développement de la pyrogazéification. Ces usages se traduisent également par un report en termes de combustibles. Les besoins en bois rond (bûches, plaquettes forestières) ont tendance à diminuer fortement pour des combustibles transformés (granulés) ou des systèmes moins exigeants en matière de qualité de combustibles (chaudières industrielles pyrogazéification de bois) susceptibles de valoriser des bois en fin de vie, des résidus de la filière ou des bois d'élitage.

Ainsi l'ensemble de ces usages est satisfait par une gamme très large de combustibles, et la part de sylviculture dédiée à l'énergie reste comme aujourd'hui secondaire.





FLUX COMMERCIAUX

FLUX COMMERCIAUX

Bien que lourds et volumineux, les produits bois font l'objet d'échanges internationaux de plus en plus importants au fil des étapes de transformation, et d'autant plus lorsque ces étapes s'inscrivent dans des procédés très industrialisés. Ainsi, en France, la tendance est à l'externalisation de la transformation : le bois rond représente le seul poste excédentaire dans la balance commerciale de la filière, tandis que la France doit faire appel à l'importation pour les produits transformés (sciages, pâte à papier...) et des connexes pour notre industrie. La filière exporte également des panneaux bois, ainsi que des papiers/cartons à recycler.

C'est une conséquence de la désindustrialisation, elle représente un frein pour notre vision prospective qui mise sur une diminution des importations de produits transformés.

Ces flux concernent aussi les différentes régions françaises dans lesquelles les bassins de production et les unités de transformation ont tendance à s'éloigner avec la concentration des scieries, industries du bois, unités de granulation, générant des coûts et impacts des transports plus importants.

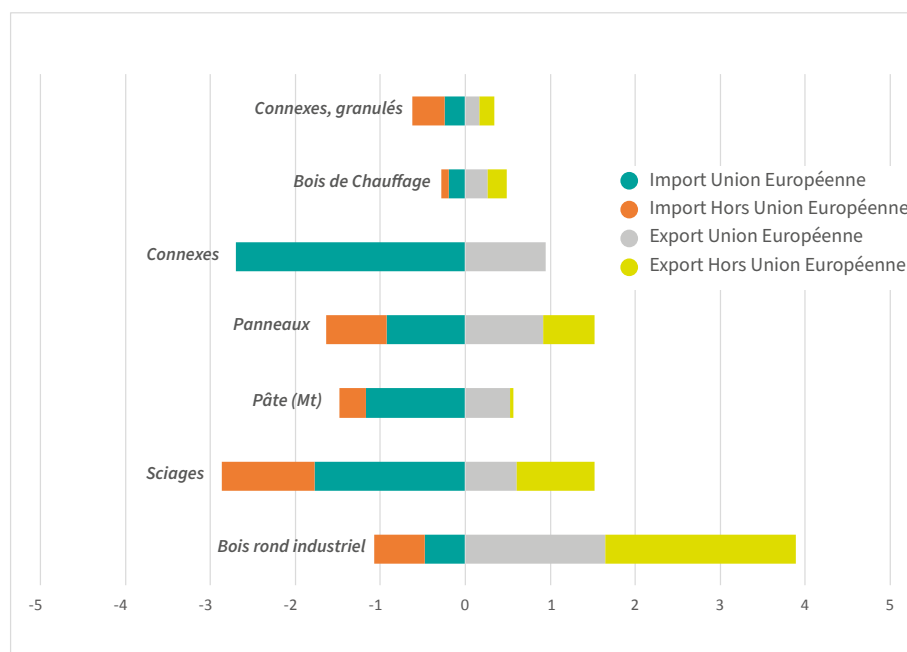


Figure 20. Solde import export de bois moyenne 2018-2021, en Mm³ eq ou Mt

Source : Solagro (sources Eurostat, Copacel, EAB)

L'externalisation de la transformation de bois d'œuvre et l'importation de sciages implique une perte importante de connexes, alors que ces co-produits sont de plus en plus utiles à la filière.

Souvent mise en avant, l'exportation vers la Chine de bois français reste un flux secondaire en volume, les principaux pays importateurs de bois français étant nos pays voisins, notamment la Belgique à l'industrie bois développée malgré de faibles ressources forestières.

En parallèle, les importations hors Union Européenne, notamment de pâte à papier du Brésil ou d'essences exotiques sont susceptibles de contribuer à la déforestation, et contribuent à l'empreinte des Français dans la déforestation importée¹.

À noter, certains volumes transitent vers de pays voisins avant d'être exportés dans un second temps.

¹ La Face cachée de nos consommations: Quelles surfaces agricoles et forestières importées? Philippe Pointereau, Solagro, 2022

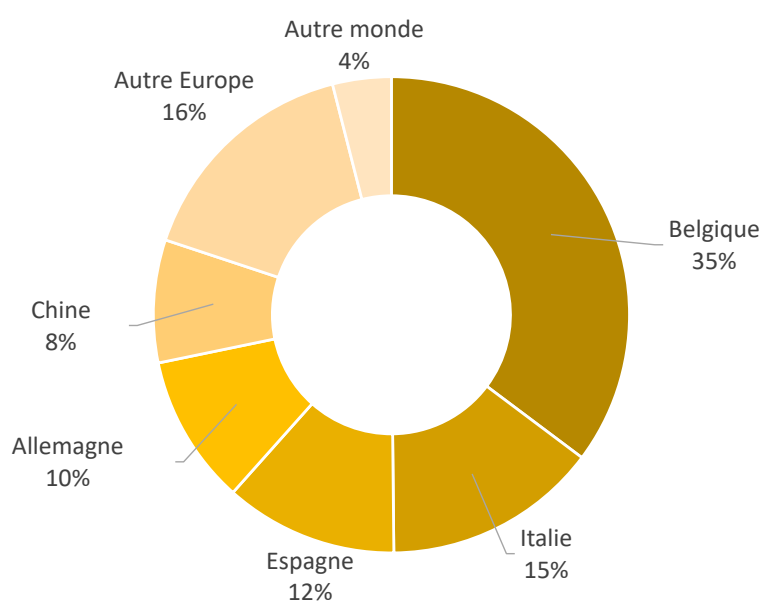


Figure 21. Principaux pays importateurs de bois rond français, moyenne 2016-2021, en volume

Source : Direction générale des douanes et droits indirects





Ces échanges entraînent un déficit commercial national d'environ 8,5 Mds€ en intégrant les produits finaux des industries du bois (plus de 5 Mds€ de déficit), qui a tendance à se creuser au fil des années.

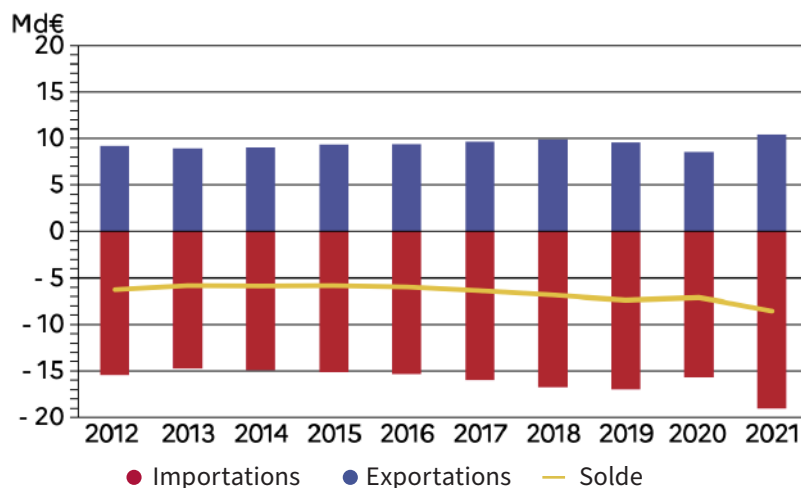


Figure 22. Solde du commerce extérieur des produits bois

Source : Direction générale des douanes et droits indirects

La vision Afterres2050 fait le choix de maintenir le volume actuel d'exportation de bois rond, la France restant un pays aux ressources forestières importantes au regard de certains pays voisins, ou de zones géographiques aux ressources faibles comme le Maghreb.

Mais en parallèle, diminuer fortement les importations de produits transformés (sciages, pâte, panneaux techniques) en relocalisant la transformation permet de conserver une filière bois-matériaux forte et de favoriser la production et la valorisation de connexes.

Outre la dimension économique, la relocalisation permet de mieux maîtriser les conditions environnementales de nos usages de la biomasse. En effet, la France bénéficie d'un cadre réglementaire plus performant que la plupart des pays d'origine de nos importations, et la production locale est l'assurance de ne pas contribuer à la déforestation importée.





Afterres
2050

PRINCIPAUX INDICATEURS DU SCÉNARIO

PRINCIPAUX INDICATEURS DU SCÉNARIO

Afterres2050

		UNITÉ	MOYENNE 2018-2021	2050
Hypothèses Récolte	Récolte BO	Mm ³	19,7	22,2
	Récolte BI	Mm ³	10,3	13
	Récolte BE	Mm ³	18,2	27,2
	Récolte Forêt totale	Mm ³	48,2	62,4
	Récolte Hors Forêts	Mm ³	8,1	18,1
Résultats Usages	Consommation Bois-Matériaux (sciages, panneaux)	Mm ³	11,2	9,5
	Autres usages connexes (litières...)	Mm ³ eq	1,2	0,3
	Chimie du Bois, autre BI	Mt	0,1	0,3
	Consommation Papier Carton	Mt	8,9	7,8
	BE rond, plaquettes	Mm ³	26	45,3
	BE Connexes	Mm ³ eq	7,2	7,3
	BE Granulés	Mt	2	4,8
	BE Autre (liqueurs noires...)	Mt	3,3	4
	BE Fin de vie	Mt	0,8	1,7
		TWh PCS	120,9	196,2

Tableau 3 . Évolution des principaux indicateurs

Source - Solagro - Afterres2050

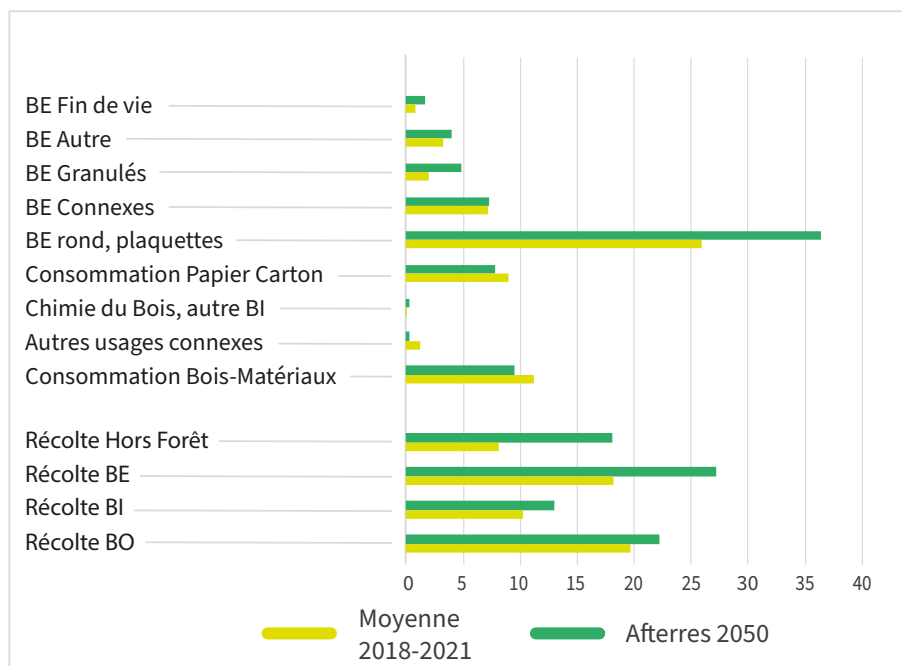


Figure 23. Évolution des principaux indicateurs, en Mm³ eq ou Mt

Source : Solagro - Afterres2050

CONTRIBUTION DES ESPACES FORESTIERS À LA NEUTRALITÉ CARBONE

Enfin, l'une des grandes questions actuelles porte sur la contribution de la forêt et la filière bois à la neutralité carbone. Le débat est aujourd'hui partagé entre deux grandes tendances:

→ **La préservation du stock carbone dans les écosystèmes**, qui consiste à intervenir le moins possible en forêt pour favoriser sa croissance et augmenter le puits de carbone dans le bois et dans les sols forestiers.

→ **L'exploitation de la forêt**, pour permettre la substitution aux énergies fossiles et avoir des effets bénéfiques en termes de bilan carbone global ou de stockage dans les produits bois ; cette tendance préconise également des interventions en forêt pour faciliter l'adaptation au changement climatique.

La position du scénario correspond à une volonté de différencier les stratégies d'adaptation en fonction des massifs, en adoptant un panel de stratégies adaptées aux risques et potentialités des boisements en place.

La contribution des produits bois matériaux au bilan est un petit peu développée mais elle plafonne pour répondre à une demande qui atteint rapidement son maximum, même en intégrant une relocalisation forte de la transformation.

La récolte de bois énergie est développée comme outil d'adaptation des espaces forestiers pour accompagner la transition des forêts qui vont pâtir des impacts du réchauffement climatique, notamment en valorisant les bois déperissant. En effet, la mortalité en forêt évaluée à 11,4 Mm³ en moyenne 2017-2021 est susceptible d'augmenter fortement, voire de doubler. Ces volumes, ainsi que des prélèvements sanitaires par anticipation et les travaux forestiers de création et d'entretien d'infrastructures de lutte contre l'incendie représentent la majeure partie de l'augmentation des prélèvements de bois énergie.

• LA RÉSILIENCE FORESTIÈRE PASSE PAR LA RÉSILIENCE DES FILIÈRES

La capacité des acteurs des filières à mettre en place une stratégie coordonnée et conduire une gestion fine sur chaque massif passe par des moyens importants mais également une logique d'intérêt commun. Les crises conjoncturelles auxquelles sont confrontés les espaces forestiers s'enchaînent, dessinant un processus structurel mais qui prend des formes différentes et imprévisibles d'une crise à l'autre, entre les aléas climatiques et sanitaires, avec un facteur socio-économique fort et internationalisé.

Ainsi, mobiliser des propriétaires sur une gestion de long terme, maintenir un tissu d'entreprises et d'acteurs de l'ingénierie et des travaux forestiers, et des unités de transformation en mesure d'absorber des volumes de bois aux qualités plus variables implique une forte coordination des acteurs, que seule l'action publique peut garantir. La planification de long terme à laquelle sont coutumiers le forestier et l'industriel doit être réévaluée régulièrement pour conserver des facultés d'adaptation aux aléas climatiques, afin d'envisager la valorisation de volumes de bois d'essences ou de provenances susceptibles de varier fortement en quelques années.

• DE NOUVEAUX MÉTIERS MAIS DES DIFFICULTÉS POUR TROUVER DES CANDIDATS

La filière bois connaît de fortes difficultés en termes de formation et de recrutement, ce qui représente un facteur limitant très important et entraîne un défaut de main d'œuvre face à la demande.





LES GRANDES ORIENTATIONS

LES GRANDES ORIENTATIONS

DU SCÉNARIO **Afterres2050**



SOBRIÉTÉ / EFFICACITÉ / RELOCALISATION

Tout comme le scénario négaWatt, le scénario Afterres s'appuie sur une maîtrise optimale de la demande en énergie, matériaux et occupation des sols. C'est le fondement d'une transition vers une société plus juste et plus intégrée dans son environnement. La relocalisation de la transformation apparaît à ce titre comme une maîtrise de notre empreinte, des externalités liées à notre mode de vie que l'on peut ainsi mieux contrôler (lutte contre la déforestation importée, normes environnementales, etc). Elle se traduit également par des co-bénéfices en matière d'activité économique, de maîtrise des flux de matière, de limitation du transport, comme une amélioration de l'efficacité du système forêt-filière.

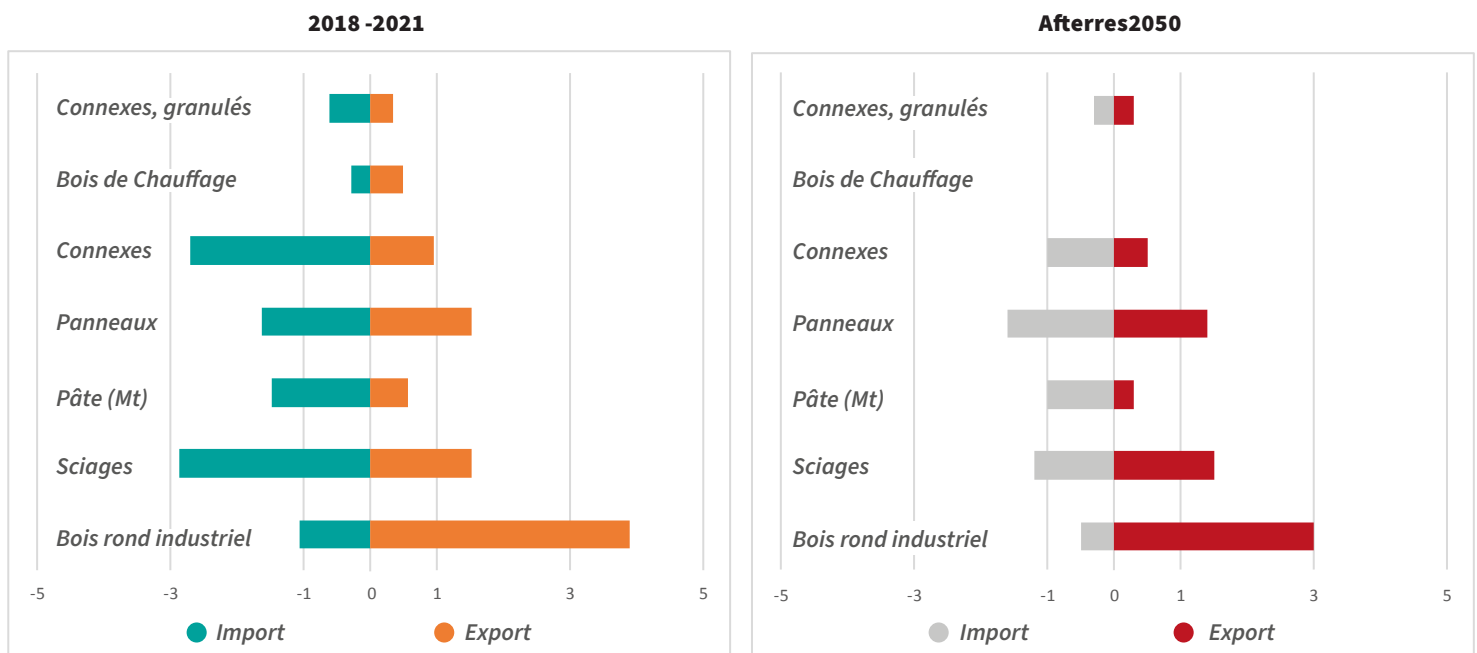


Figure 24. Évolution des Imports-Exports, en Mm3 eq ou Mt

Source : Solagro - Afterres2050 (données 2023)

L'ATTÉNUATION DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE DÉPEND DIRECTEMENT DES STRATÉGIES D'ADAPTATION

La capacité des forêts à faire face aux nouvelles conditions climatiques est déterminante pour la préservation du rôle de puits de carbone forestier, indispensable à l'atteinte des objectifs de neutralité carbone.

Si les débats sont vifs sur les stratégies générales d'adaptation, l'urgence climatique impose de mettre en œuvre dès aujourd'hui des mesures d'adaptation dont on observera les impacts dans plusieurs décennies. Le bilan carbone forêt filière est un champ de recherche stratégique à continuer d'investiguer.

Il semble impossible dans ce contexte de se limiter à une stratégie unique qui risquerait de s'avérer inadaptée à moyen terme. C'est à l'échelle des massifs, en s'appuyant sur l'expertise locale, que pourront être envisagées les stratégies d'adaptation : en confortant les écosystèmes qui résistent bien aux effets du réchauffement climatique et en adoptant des stratégies de récolte et reboisement ciblées pour anticiper les épisodes de mortalité.

À défaut de certitudes, la diversité des stratégies d'adaptation apparaît comme un facteur de résilience.



HIÉRARCHIE DES USAGES ? PAS SEULEMENT

La hiérarchie des usages pour favoriser les usages matériaux à longue durée de vie est naturellement pertinente d'un point de vue carbone.

Cependant, l'approche systémique montre qu'un optimum global n'est pas la somme d'optimums sur chaque secteur. Ainsi, tendre vers une augmentation de la durée de vie des bois récoltés, en maximisant les usages et réusages matière avant une valorisation énergétique en dernier recours ne suffit pas à orienter la stratégie forêt-filière.

Le système énergétique doit s'appuyer sur des ressources énergétiques locales et renouvelables, et la production de biomasse renouvelable dédiée à l'énergie est possible aujourd'hui en France métropolitaine, notamment pour contribuer à l'adaptation des espaces agricoles et forestiers au changement climatique.

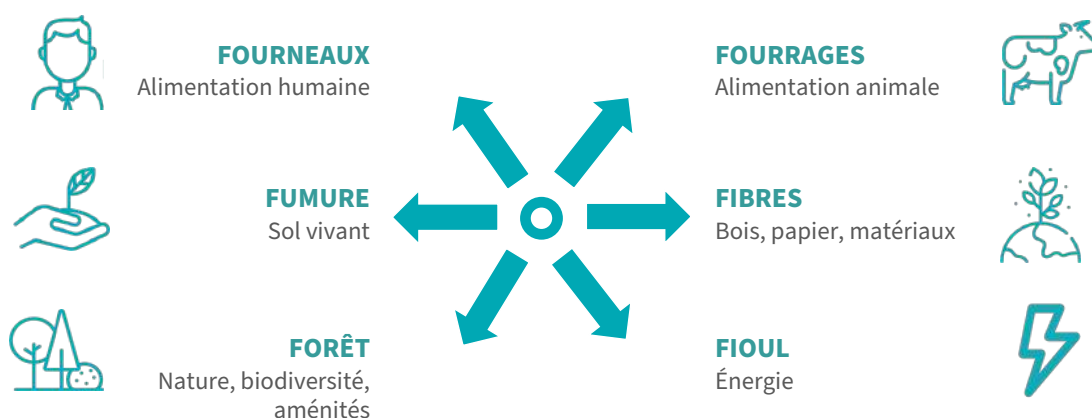


Figure 25. Les "6F" du scénario Afterres

Source : Solagro - Afterres2050

LE BOIS ÉNERGIE COMME CO-PRODUIT DE STRATÉGIES D'ADAPTATION MAIS AUSSI DE LUTTES CONTRE LES POLLUTIONS

La production d'énergie biomasse n'apparaît alors pas comme une fin en soi. Elle intervient comme un outil de gestion des espaces agricoles et forestiers car elle permet de financer des opérations d'entretien et d'aménagement nécessaires à leur adaptation au changement climatique.

Le bois énergie est un moteur de la mise en gestion et de l'entretien des haies aux nombreuses fonctions agro-environnementales, les cultures ligneuses sans intrants sur les périmètres de captage permettent de contribuer à la production d'une eau de qualité tout en conservant une valorisation économique des parcelles, la collecte et la valorisation de bois de vignes et de vergers s'inscrit comme une alternative aux brûlages en bout de champs qui contribuent fortement aux émissions de particules, etc.

En complément, le financement des services éco-systémiques permet de faire sortir des projets de production d'énergie non guidés exclusivement par la rentabilité, mais au service de l'amélioration écologique.

Mais cela implique d'encadrer la production de bois énergie en allant plus loin qu'une simple régulation par le marché. Si le signal prix, jusqu'ici, garantissait le plus souvent la hiérarchie des usages (la valorisation en matériaux étant toujours plus intéressante pour le propriétaire que la valorisation énergétique des bois récoltés), il est possible que ce contexte évolue avec l'augmentation des coûts des énergies fossiles, imposant des outils de régulation du marché.



PLANIFICATION DES USAGES DU TERRITOIRE À L'ETAT

La filière bois pâtit aujourd'hui d'un manque chronique de lisibilité sur les ressources disponibles, avec des années où le marché est saturé de certains types de bois, alternant avec des années où il est difficile de s'approvisionner. Les cours du bois fluctuent de fait fortement.

Les différents usages de la ressource en biomasse ligneuse doivent être articulés en complémentarité entre les différentes filières, mais également pour répondre aux enjeux systémiques auxquels la forêt est confrontée. Ces arbitrages doivent être adossés à une stratégie d'ensemble, déclinée en fonction des spécificités des massifs, et traduite en mécanismes de soutien et réglementations.

Cette notion de planification est indispensable pour les acteurs de la filière pour qu'ils disposent d'une visibilité suffisante pour investir durablement et absorber les à-coups du marché, liés aux aléas climatiques ou au contexte énergétique national.

Les stratégies nationales et régionales concernant la mobilisation de la biomasse (SNMB, SRB) ainsi que les stratégies dédiées à la forêt (PNFB, PRFB) doivent ainsi être renforcées et évaluées régulièrement, en articulation avec les stratégies locales des massifs.



GESTION DIFFÉRENCIÉE PAR MASSIF, RÉSILIENCE EN FORÊT ET DANS LA FILIÈRE

La diversité des paysages forestiers en France métropolitaine, et des filières de valorisation des produits bois qui en découlent, implique une gestion différenciée en fonction des réalités locales. Les stratégies forestières nationales doivent être appliquées au niveau des territoires grâce à des outils de gouvernance locale favorisant une coordination des gestion de la ressource, sur la base de diagnostics locaux partagés entre les acteurs territoriaux de la transformation (Cellules biomasse, Chartes forestières de territoires).

Cela implique un renforcement de l'ingénierie locale, dans les métiers de la gestion forestière, de la transformation, et de l'animation territoriale, ainsi qu'une revalorisation des métiers du bois pour répondre aux besoins en emploi des filières.



LEVER LE VERROU FONCIER, UN PRÉALABLE INDISPENSABLE

La forêt privée et morcelée apparaît aujourd'hui comme un frein majeur à la mise en œuvre des stratégies d'augmentation des surfaces forestières gérées et exploitées, et donc des stratégies d'adaptation au changement climatique ou d'atténuation par amélioration des peuplements.

Si des leviers existent aujourd'hui pour favoriser le regroupement des parcelles pour les communes notamment, il est indispensable d'aller plus loin en s'appuyant sur les opérateurs fonciers des territoires, comme le sont historiquement les communes mais comme peuvent l'être les intercommunalités, les départements ou encore des collectifs associatifs qui se créent autour d'acquisitions foncières en forêt.

Les obligations réglementaires de mise en gestion des petites parcelles, individuellement ou par regroupement par secteurs (à l'image de copropriétés immobilières) pourraient être un levier de mobilisation des petits propriétaires, les incitant à se mobiliser dans la gestion de leurs forêts, individuellement ou collectivement.

Cette action foncière doit également concerner les délaissés agricoles, qui contribuent souvent au morcellement des parcelles en friche au fil des successions.

CONCLUSION

La trajectoire climatique dans laquelle nous sommes déjà engagés dessine un paysage forestier radicalement différent de celui que nous connaissons à l'échelle du siècle.

Pour autant l'ampleur de ces bouleversements dépend directement de nos capacités à réduire drastiquement nos émissions de CO₂, et de conserver des capacités de séquestration du carbone dans les écosystèmes.

Aujourd'hui le chemin vers une trajectoire globale vertueuse du secteur forêt-filière bois reste à préciser, tant les déterminants de sa contribution à l'atténuation du changement climatique sont complexes et incertains.

Cette approche prospective vise à apporter des éléments d'analyse en observant la filière dans un prisme le plus large possible, pour contribuer à une vision d'ensemble des activités humaines dans leur environnement. C'est un exercice sans fin, qui ouvre des perspectives de travail passionnantes pour approfondir et imaginer les impacts de ces évolutions sur nos modes de vie, nos paysages naturels, nos moyens de production et de consommation, nos emplois et formations associées, etc.

Outre sa dimension transversale, cette analyse prospective nationale doit aujourd'hui trouver un écho dans la réalité des massifs et des bassins de vie. Si on retrouve au travers de ces pages le reflet de situations très locales, il reste à dessiner la manière dont le scénario atterrit sur la diversité des territoires de France métropolitaine, et pourquoi pas d'en reproduire la démarche à l'outre-mer ou à l'international.

Ces perspectives de développement de notre vision prospective sont au cœur du projet de Solagro. Nous continuerons donc à œuvrer pour le projet Afterres2050 grâce à nos soutiens financiers et avec tous ceux qui souhaitent travailler avec nous.



LISTE DES ACRONYMES

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	IGD : Indicateurs de Gestion Durable	PRFB : Programme Régional Forêt-Bois	TCR : Taillis à Courte Rotation
BE : Bois Énergie	IGN : Institut Géographique National	PSE : Paiements pour Services Environnementaux	TMS : Tonnes Matière Sèche
BI : Bois d'Industrie	INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement	PSG : Plan Simple de Gestion	UE : Union Européenne
BO : Bois d'œuvre	MOSUT : Modélisation Systémique de l'Usage des Terres	SDES : Service des données et Études Statistiques	UTCATF : Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie
CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique	ODD : Objectifs de Développement Durable	SNMB : Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse	
DFCI : Défense des Forêts Contre l'Incendie	ONF : Office National des Forêts	SRB : Schéma Régional Biomasse	
GES : Gaz à Effet de Serre	PNFB : Programme National de la Forêt et du Bois	STOC : Suivi Temporel des Oiseaux Communs	
IFN : Inventaire Forestier National			

LISTE DES FIGURES

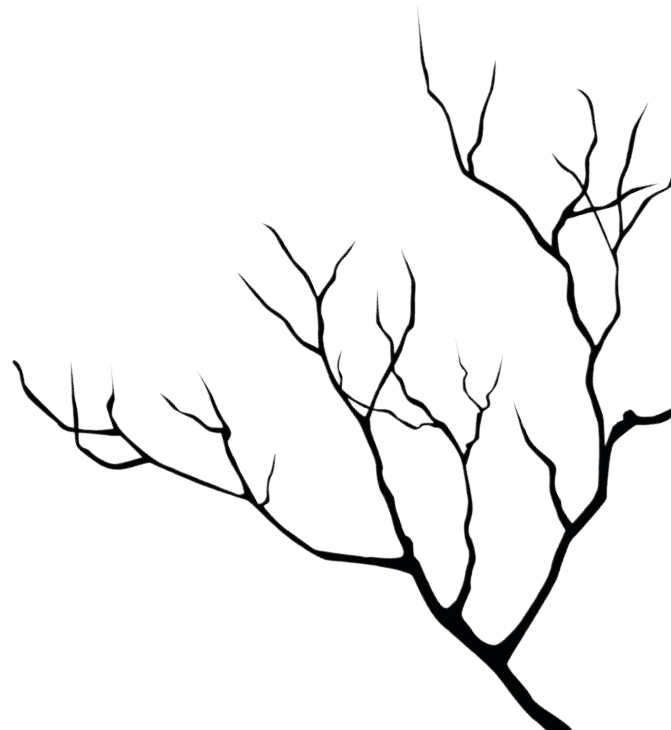
Figure 1. Modification des aires de répartition des essences <i>Source : D'après RMT Aforce - Conception graphique phiLabs</i>	Figure 8. Évolution de la récolte de bois hors forêt dans le scénario Afterres2050 <i>Source : Solagro - Afterres2050</i>	Figure 14. Évolution de la population de 1970 à 2070 (scénario central) <i>Source : Insee, estimations de population, statistiques de l'état civil et scénario central des projections de population 2021-2070</i>	Figure 19. Usages énergétiques de la biomasse solide dans le scénario négaWatt, en TWh <i>Source : Scénario négaWatt</i>
Figure 2. Évolution des surfaces forestières et projection du scénario Afterres2050 <i>Source : Solagro - Afterres2050</i>	Figure 9. Évolution de la biomasse mobilisable dans les haies, en tMS par an <i>Source : Solagro - Afterres2050</i>	Figure 15. Évolution du nombre de construction et de rénovation par an dans le scénario négaWatt, en milliers <i>Source : négaWatt, 2022</i>	Figure 20. Solde import /export de bois moyenne 2018-2021, en Mm³ eq ou Mt <i>Source : Solagro (sources Eurostat, Copacel, EAB)</i>
Figure 3. Bilan net pour le sous-secteur forêt de l'UTCATF, métropole uniquement en KtCO ₂ e <i>Source : CITEPA, rapport SECTEN 2023</i>	Figure 10. Récolte de bois commercialisée EFS et autoconsommation en France métropolitaine <i>Source : Observatoire des forêts françaises, d'après la base de données EFS</i>	Figure 16. Matériaux d'isolation dans la construction et la rénovation dans le scénario négaWatt <i>Source : Outil MODEIRE / négaMAT: Institut négaWatt, Enertech SCOP et Solagro pour l'ADEME</i>	Figure 21. Principaux pays importateurs de bois rond français, moyenne 2016-2021 , en volume <i>Source : Direction générale des douanes et droits indirects</i>
Figure 4. Les enjeux carbone en forêt et dans les usages du bois <i>Source : Solagro - Conception graphique phiLabs</i>	Figure 11. Répartition des énergies renouvelables en France métropolitaine <i>Source : Chiffres clés de l'énergie 2023, SDES</i>	Figure 17. Évolution de la consommation de matériaux primaires et recyclés <i>Source : Scénario négaWatt/ négaMat 2022</i>	Figure 22. Solde du commerce extérieur des produits bois <i>Source : Direction générale des douanes et droits indirects</i>
Figure 5. Évolution des principaux indicateurs proposée par le le scénario Afterres 2050 <i>Source : Solagro - Afterres2050</i>	Figure 12. Évolution de la production primaire d'énergies renouvelables, biomasse solide, en TWh <i>Source : Chiffres clés de l'énergie 2023, SDES</i>	Figure 18. Estimation des consommations de bois issu de forêt pour la production d'énergie à partir du croisement des statistiques officielles de consommation de bois énergie et de récolte de bois en forêt <i>Source : Solagro / phiLabs</i>	Figure 23. Évolution des principaux indicateurs, en Mm³ eq ou Mt <i>Source : Solagro - Afterres2050</i>
Figure 6. Évolution de la récolte de bois d'oeuvre et d'industrie dans le scénario Afterres 2050 <i>Source : Solagro</i>	Figure 13. Les usages bois <i>Source : Inventaire forestier IGN - Conception graphique phiLabs</i>		Figure 24. Évolution des Imports-Exports <i>Source : Solagro - Afterres2050 (données 2023)</i>
Figure 7. Surfaces boisées détruites par le feu <i>Source : Observatoire des forêts françaises, d'après la Base De Données sur les Incendies de Forêt en France (BDIFF)</i>			Figure 25. Les "6F" du scénario Afterres <i>Source : Solagro - Afterres2050</i>

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Ressources Hors-Forêt actuelles et à l'horizon 2050 <i>Source : Solagro - Afterres2050</i>	Tableau 3. Évolution des principaux indicateurs <i>Source : Solagro - Afterres2050</i>
Tableau 2. Évolution des usages "papier" <i>Source : Solagro</i>	

BIBLIOGRAPHIE

- Débattre - Forêt et filière bois - Afterres2050 - <https://afterres2050.solagro.org/debattre/foret-et-bois/>
- Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson A, Chapin FS, Lambin EF, Lenton TM, Scheffer M, Folke C, Schellnhuber HJ, Nykvist B, de Wit CA, Hughes T, van der Leeuw S, Rodhe H, Sörlin S, Snyder PK, Costanza R, Svedin U, Falkenmark M, Karlberg L, Corell RW, Fabry VJ, Hansen J, Walker B, Liverman D, Richardson K, Crutzen P & Foley JA, 2009. A safe operating space for humanity. Nature 461 : 472-475.
- Steffen W, Richardson K, Rockström J, Cornell SE, Fetzer I, Bennett EM, Biggs R, Carpenter SR, de Vries W, de Wit CA, Folke C, Gerten D, Heinke J, Mace GM, Persson LM, Ramanathan V, Rayers B & Sörlin S, 2015. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. Science 347: 736-746.
- Wang-Erlandsson L, Tobian A, van der Ent RJ, Fetzer I, te Wierik S, Porkka M, Staal A, Jaramillo F, Dahlmann H, Singh C, Greve P, Gerten D, Keys PW, Gleeson T, Cornell SE, Steffen W, Bai X & Rockström J, 2022. Nature 3 : 380-392.
- Scénario négaWatt, 2022, négaWatt → <https://negawatt.org/>
Synthèse du scénario 2022 → <https://negawatt.org/IMG/pdf/synthese-scenario-negawatt-2022.pdf>
- Scénario Afterres2050, Solagro → <https://afterres2050.solagro.org/>
- Afterres Biodiversité, 2022, Solagro → https://solagro.org/medias/publications/f124_afterres2050_biodiversite.pdf
- Rapport IGN-INRA, 2017 – Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050.
<https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/etude-forets-bois-et-changement-climatique-rapport-2.pdf>
- Études IGN Ressources et disponibilités forestières - <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique266>
- Rapport Amis de la Terre, Fern, Canopée 2020 – Gestion forestière et changement climatique Une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation - https://www.fern.org/fileadmin/uploads/fern/Documents/2020/Gestion_forestie_re_et_changement_climatique_Etude_Fern_Canopee.pdf
- Inventaire forestier national (IFN), L'IF (n°2: Les tempêtes de décembre 1999), 2003
- Cowie A., Berndes G., Bentsen N. et al, Applying a science-based systems perspective to dispel misconceptions about climate effects of forest bioenergy, CGB Bioenergy, Avril 2021 ;
- Roux A., Colin A., Dhôte J.F. et al, Filière forêt-bois et atténuation du changement climatique, Novembre 2017 ;
- Camia A., Giuntoli J., Jonsson K. et al, The use of woody biomass for energy production in the EU, JRC, 2020.
- Critères de durabilité et recommandations pour les taillis à courte rotation, projet SRC +, 2014
- Chiffres clés des énergies renouvelables - Édition 2023 - Calculs SDES <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energies-renouvelables-2023/donnees-cles>
- Mémento 2020, FCBA → <https://www.fcba.fr/ressources/memento-2020/>
- Rapport annuel 2011 du CGAAER → https://agriculture.gouv.fr/sites/default/files/cgaaer-rapport_activite_2011_cle83d289.pdf
- Transition industrielle - Prospective énergie matière : vers un outil de modélisation des niveaux de production - ADEME - 2020
→ <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/340-transition-industrielle-prospective-energie-matiere-vers-un-outil-de-modelisation-des-niveaux-de-production.html>
- La Face cachée de nos consommations: Quelles surfaces agricoles et forestières importées? - Philippe Pointereau, SOLAGRO, 2022
→ <https://solagro.org/travaux-et-productions/publications/la-face-cachee-de-nos-consommations>
- Portail de la direction générale des douanes et droits indirects - <https://www.douane.gouv.fr/>



Retrouvez toute notre actualité sur
www.solagro.org

Solagro

75 voie du TOEC CS 27608
31076 TOULOUSE cedex 03
05 67 69 69 69
solagro@solagro.asso.fr

Mais aussi - Bureau à Lyon :
13bis Place Jules Ferry - 69006 LYON

Édition Solagro - 2023



9 782494 557192

ISBN : 978-2-494557-19-2 Prix : 15€



Afterres2050

Ce projet a bénéficié du soutien financier de :

