



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ADEME



AGENCE DE LA
TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

ENJEUX ET BONNES PRATIQUES: FOCUS SUR LA PRÉSERVATION DES SOLS



CLÉS POUR AGIR

Récolte durable de bois pour la production de plaquettes forestières

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique: Alba Departe, Service forêt, alimentation et bioéconomie

Suivi éditorial: Sylvie Guyader, Service mobilisation des professionnels

Rédaction et conception graphique: Terre écos

Illustrations: Gana Castagnon, Audrey Zeller

Impression: Imprimerie Peau - Certification PEFC, Imprim'Vert,
Print Environnement.

Brochure Réf. ADEME 010985 téléchargeable sur www.ADEME.fr/mediatheque

EAN imprimé : 9791029714474

EAN numérique : 9791029714481

Dépôt légal: © ADEME Éditions, décembre 2020 - 2 000 exemplaires

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

**JÉRÔME MOUSSET**

Directeur Bioéconomie
et Énergies
renouvelables

RÉALISER UN DIAGNOSTIC ET FAVORISER LA CONCERTATION LOCALE: deux clés pour adopter les bonnes pratiques!

Les forêts rendent de multiples services à la société : espaces récréatifs, refuges pour la biodiversité, production de bois, stockage de carbone... Avec les filières bois, elles sont aujourd'hui à l'interface des stratégies de plusieurs politiques publiques. En France, la loi de transition énergétique pour la croissance verte, la stratégie nationale bas carbone, le Programme national

de la forêt et du bois ou encore le Plan biodiversité constituent des cadres structurants pour les orientations de ces secteurs. L'ADEME accompagne les acteurs de la forêt et du bois pour accélérer le développement de filières à haute performance environnementale, notamment via le soutien au bois-énergie dans le cadre du Fonds Chaleur. Sa mission est de promouvoir des filières et des pratiques durables en phase avec les objectifs de la transition énergétique et écologique.

Ce guide pratique a été élaboré collectivement avec des représentants des professionnels forestiers et des filières bois, du monde académique et des associations environnementales. Il synthétise les principaux enjeux pour une récolte durable de bois destinée à la production de plaquettes forestières. Ce guide présente des outils d'aide à la décision opérationnels et des bonnes pratiques dont l'objectif est de maintenir la fertilité chimique et l'intégrité physique des sols, de conserver des habitats pour la biodiversité et de préserver les zones humides et les cours d'eau. Il rappelle aussi que la concertation entre propriétaires, intervenants forestiers et représentants de la société civile est la clé pour mettre en œuvre et adapter ces recommandations à chaque situation.

Souhaitons que ce guide contribue largement à la sensibilisation aux enjeux et à la diffusion des bonnes pratiques chez les professionnels. Fondées sur l'état actuel des connaissances et résultats de compromis entre les contributeurs, les recommandations seront amenées à évoluer avec la remontée des retours d'expérience de terrain et les futures avancées scientifiques sur le sujet. ■



SOMMAIRE

Contexte

La forêt, au cœur de la transition écologique et énergétique

page **06**

Repères

En chiffres

page **08**

Tendances

Évolution des pratiques de récolte du bois énergie

page **09**

Enjeux

Pratiques de récolte et préservation des écosystèmes forestiers page **12**

Fertilité chimique des sols, pérenniser le cycle naturel des nutriments page **14**

Préserver la biodiversité page **16**

Conserver l'intégrité physique des sols page **18**



Diagnostics et bonnes pratiques

Les outils pour agir

page 20

Diagnostics

- 1 Mesurer la sensibilité chimique du sol à l'export de menus bois page 22
- 2 Évaluer la sensibilité des sols au tassement et à l'érosion page 25
- 3 Évaluer les enjeux pour la biodiversité page 26

Bonnes pratiques

- 1 Éviter l'exportation des feuillages page 27
- 2 Raisonner la récolte des menus bois page 29
- 3 Raisonner la récolte des souches page 31
- 4 Éviter le tassement et l'érosion des sols page 32
- 5 Préserver les habitats naturels, les zones humides et les cours d'eau page 34

Perspectives

Poursuivre le développement de connaissances et d'outils pour les professionnels page 35

Projet TAMOBIOM, place à la co-construction page 37

Pour aller plus loin page 38

Remerciements page 39

LA FORÊT,

au cœur de la transition écologique et énergétique



© O. Martineau, CNIF

La ressource en bois alimente de nombreux secteurs comme la construction, l'ameublement, l'emballage, la chimie ou l'énergie. La forte contribution attendue de la filière forêt bois pour répondre aux différents enjeux économiques, environnementaux et sociétaux implique de trouver des équilibres dans les stratégies de gestion forestière qui assurent la préservation des écosystèmes.

Du bois pour construire des maisons ou faire des meubles, se chauffer, fabriquer des objets : la liste des produits élaborés à partir de ce matériau ne cesse de s'allonger. Pour répondre aux enjeux de la transition énergétique et écologique, les objectifs des politiques publiques ciblent une

121 TWh

C'est la consommation primaire de biomasse solide pour produire de l'énergie en 2019. Elle est majoritairement destinée à la production de chaleur (92 %).

Source: MTE

utilisation fortement accrue de toutes les biomasses. Première énergie renouvelable en France, la biomasse énergie monte en puissance, en bonne partie à partir de bois directement récolté en forêt. Parallèlement, de nouveaux usages émergent, par exemple, de nouvelles molécules destinées à la production de biocarburants ou de cosmétiques. La France étant dotée de surfaces forestières importantes, l'utilisation du bois récolté sur le territoire permet de développer des filières de proximité et de contribuer positivement à l'économie locale.

LE RÔLE MULTIFONCTIONNEL DE LA FORÊT À PRÉSERVER

La forêt assure différentes fonctions écologiques, comme la stabilisation des sols, la régulation des cycles des nutriments et du carbone ou encore l'accueil d'une faune et d'une flore très diversifiées. Elle fournit également des services écosystémiques utiles à l'homme, comme la production de bois, le stockage de carbone, l'amélioration de la qualité de l'air et de l'eau et la fourniture d'espaces récréatifs. Les peuplements actuellement en place connaîtront l'évolution du climat, certains en souffrent déjà. En préservant les fonctions écosystémiques, on augmente leur résilience.



PROGRESSION DE LA PRODUCTION DE PLAQUETTES FORESTIÈRES

La superficie forestière métropolitaine progresse de 0,7 % par an depuis 1980. Aujourd'hui, la forêt couvre 16,9 millions d'hectares, soit 31 % du territoire. Selon l'inventaire forestier de l'IGN, le volume de bois prélevé chaque année représente en moyenne 60 % de l'accroissement net des forêts de l'hexagone sur la période 2009-2017. Bien que la récolte totale

de bois ait augmenté de façon modérée ces dernières années, la répartition entre les usages change (voir graphique p. 8).

Pour l'usage énergétique, alors que le volume de bois bûche prélevé diminue, la récolte commercialisée pour la production de plaquettes forestières progresse nettement. Parallèlement, les modalités de récolte évoluent. Des arbres ou compartiments de l'arbre, jusqu'alors laissés en forêt, peuvent dorénavant être destinés au bois énergie : arbres entiers de petit diamètre, houppiers et, dans certains cas, souches. Ce changement de pratiques conduit à prélever des menus bois, c'est-à-dire des branches de diamètre inférieur à 7 cm, avec d'autres résidus d'exploitation.

Les pratiques de récolte et le prélèvement de certains compartiments de bois doivent être raisonnés pour assurer la rentabilité de la filière tout en préservant la fertilité des sols, la biodiversité et, *in fine*, le fonctionnement des écosystèmes. Les gestionnaires disposent d'ores et déjà d'outils de diagnostic et de guides de bonnes pratiques pour agir. ■



« La Loi de la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV, 2015) prévoit de porter la part des énergies renouvelables à **38 %** dans la consommation finale de chaleur à horizon 2030, **soit plus de deux fois le niveau actuel**. La biomasse énergie, en partie obtenue à partir de biomasse forestière, devrait fortement contribuer à atteindre cet objectif. »

2,7

millions de m³ en 2019, tel est le volume de la récolte de bois destiné à la production de plaquettes forestières. Il a d'ores et déjà plus que triplé au cours des dix dernières années.

Source : AGRESTE

VOLUMES DES PRINCIPAUX COMBUSTIBLES BOIS EN 2018

2,7
Plaquettes
Mm³

22,4
Bûches
Mm³

1,3
Granulés
Mt

Sources : FCBA, AGRESTE

“ En 2019, la biomasse représente **36 %** des énergies renouvelables produites en France, soit environ **4 %** de la consommation d'énergie primaire totale. Source : MTE

+ 90 000

hectares par an, tel est le rythme d'expansion de la forêt française depuis 1985, soit plus de 3 fois la surface de la forêt de Fontainebleau.

Source : IGN

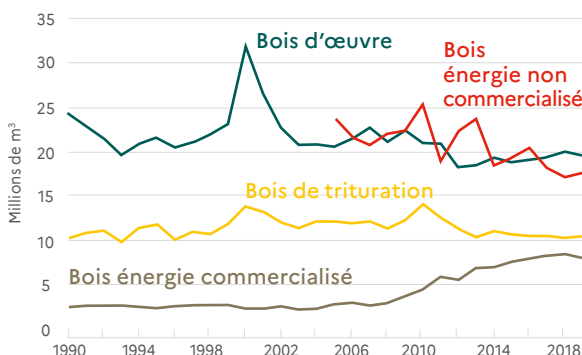
PRÉLÈVEMENTS MOYENS DE BOIS ENTRE 2009 ET 2017 (Mm³)

24,7
résineux

23,3
feuillus

Source : IGN

ÉVOLUTION DE LA RÉCOLTE DE BOIS EN FRANCE MÉTROPOLITAINE PAR DESTINATION



Source : AGRESTE

40 000

emplois pour la filière bois énergie, soit 10 % des emplois de la filière forêt-bois.

L'augmentation de la récolte commercialisée de bois énergie doit être mise en parallèle avec la diminution des volumes de bois de feu autoconsommés, qui constituent encore l'un des principaux débouchés de l'exploitation forestière.

ÉVOLUTION DES PRATIQUES

de récolte du bois énergie



À partir du début des années 2000, en réponse à l'augmentation de la demande en plaquettes forestières, une nouvelle génération de machines, comme les feller-bunchers, a été déployée pour limiter le coût de la récolte en simplifiant les pratiques.

La valorisation des coproduits de l'exploitation forestière en plaquettes peut contribuer à l'équilibre économique des chantiers sylvicoles. Elle peut également permettre de réaliser les éclaircies nécessaires à la bonne gestion des peuplements en vue d'une production de bois d'œuvre. Le développement important, ces dernières années, de la récolte mécanisée d'arbres entiers est à l'origine de l'export de menus bois, compartiment de l'arbre jusqu'ici majoritairement laissé en forêt.

Les modes de récolte du bois pour la production de plaquettes forestières diffèrent selon les régions, les peuplements et le type d'inter-

vention. Les coupes d'éclaircies, d'ouverture de cloisonnements ou de taillis de faible valeur économique fournissent la part la plus importante de cette biomasse.

Dans tous les cas, 83,5 % de la biomasse mobilisée pour les plaquettes proviennent d'arbres ou de cimes et houppiers entiers.

LES TENDANCES ACTUELLES: MÉCANISATION ET SIMPLIFICATION DES PRATIQUES

Si les récoltes sont majoritairement effectuées par des machines équipées de têtes à cisaille, l'utilisation de feller-bunchers se développe ces dernières années pour des chantiers simplifiés et peu coûteux. Les arbres de petit diamètre sont,



X. Grenié, CVIR

7%

de la récolte totale de bois commercialisé en France métropolitaine en 2019 sont destinés à la production de plaquettes forestières.

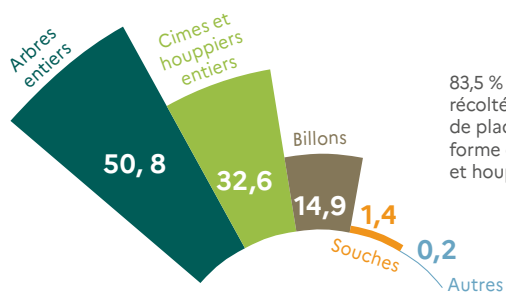
Source : AGRESTE

dans les deux cas, récoltés entiers pour être broyés, peu de menus bois étant laissés sur place. Les coupes qui ont pour vocation principale de fournir du bois d'œuvre ou d'industrie génèrent des coproduits pour la production de plaquettes forestières et sont plus propices à l'abandon de menus bois sur le lieu de coupe. Les interventions manuelles d'abattage voient leur fréquence baisser du fait de la diminution croissante

du nombre de bûcherons sur le territoire. Elles sont de plus en plus réservées aux chantiers de production de bois d'œuvre feuillus et aux résineux de diamètre trop grand pour une machine. Le développement des machines de bûcheronnage, qui abattent, ébranchent et billonnent les tiges, répond à ce manque de main-d'œuvre. Des grappins tronçonneurs apparaissent progressivement sur le terrain pour découper les gros houppiers dans ces peuplements plus âgés, favorisant le retour au sol de menus bois.

Un premier séchage et ressuyage des arbres abattus est fréquemment pratiqué sur le lieu de coupe. Néanmoins, la proportion de feuillage laissé sur la parcelle reste difficile à évaluer.

RÉPARTITION DE LA RÉCOLTE DE BOIS POUR LA PRODUCTION DE PLAQUETTES FORESTIÈRES (%)



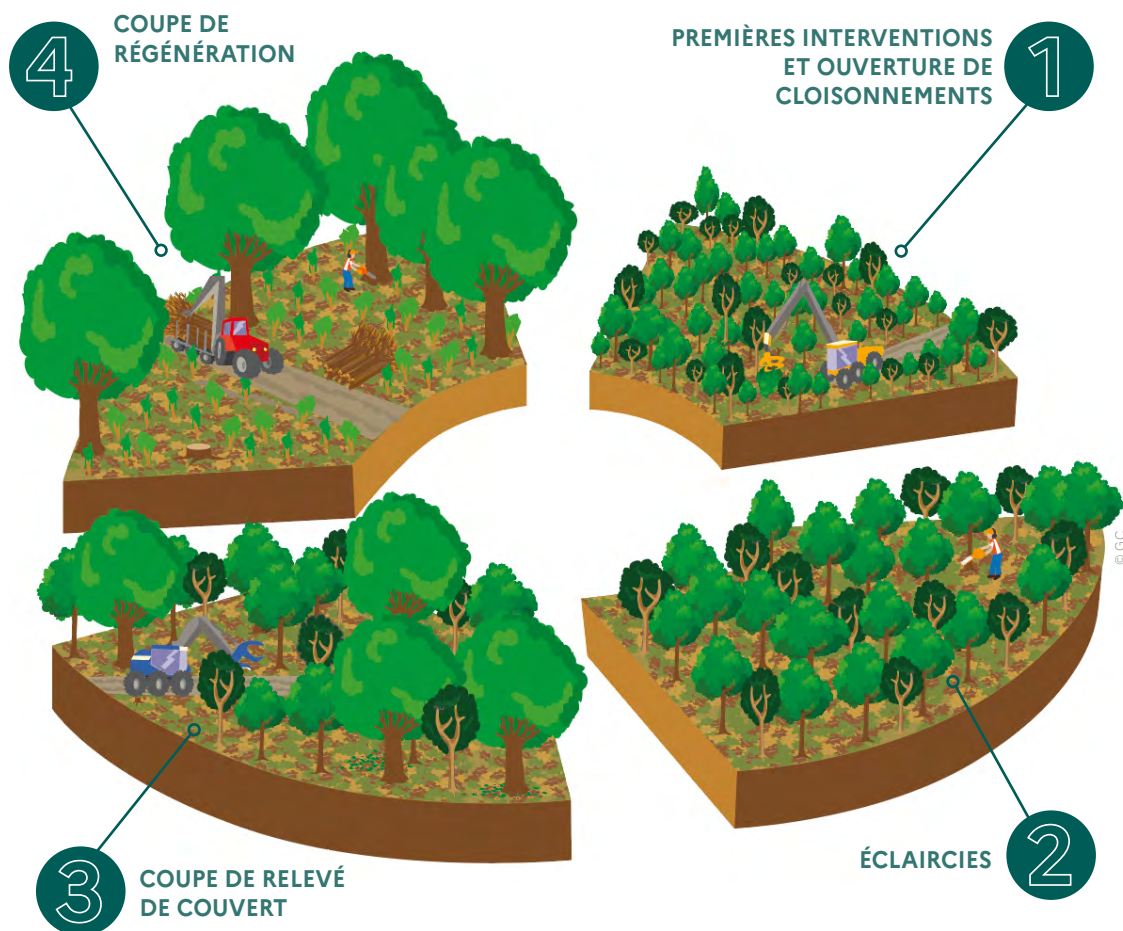
83,5 % de la biomasse récoltée pour la production de plaquettes le sont sous forme d'arbres ou de cimes et houppiers entiers.

Enquête FCBA 2015 auprès de 62 entreprises couvrant environ 50 % de la récolte de bois destinée à la production de plaquettes forestières.

LES CONTRAINTES DE PORTANCE DES SOLS

L'impératif de disposer d'une portance des sols suffisante pour permettre un passage des engins

RÉCOLTE DE BOIS ÉNERGIE DANS LE CYCLE D'EXPLOITATION DU CHÊNE



Dans l'exemple de l'exploitation de la futaie régulière de chêne, la récolte de bois énergie peut intervenir à différentes étapes du cycle de gestion. Elle est majoritairement réalisée lors des premières interventions sylvicoles dans les jeunes peuplements (éclaircies, ouverture de cloisonnements). En fin de cycle, la coupe de relevé de couvert ainsi que la coupe de régénération fournissent également du bois énergie, grâce au démembrement des houppiers dans la dernière étape.

sans abîmer les sols peut amener les professionnels à débarder les produits dans la foulée de l'abattage et pendant que les cloisonnements sont encore praticables. Dans ce cas, une très grande partie de la biomasse est exportée. Cette saisonnalité de l'abattage et du débardage peut aussi jouer dans l'utilisation des menus bois. En effet, si l'humidité augmente, ils sont parfois laissés sur les axes

de circulation des engins pour améliorer la portance du sol. Abandonner tout ou partie des menus bois sur les lieux de coupe est une décision qui est prise en tenant compte de contraintes techniques, organisationnelles, écologiques et économiques. Ce choix s'effectue aussi en fonction du cahier des charges du client quant à la qualité des plaquettes à livrer. ■

71%

c'est la part de feuillus dans les bois récoltés pour la production de plaquettes forestières (enquête FCBA 2015).

PRATIQUES DE RÉCOLTE

et préservation des écosystèmes forestiers

INTÉGRITÉ PHYSIQUE DES SOLS

Les sols assurent des fonctions essentielles à la préservation de la bonne santé des écosystèmes forestiers : support physique d'enracinement des arbres, réservoir en eau et en nutriments pour la végétation, habitat pour une biodiversité riche... La préservation de leur structure, de leur aération et de leur humidité est indispensable pour maintenir leur bon fonctionnement.

BIODIVERSITÉ

Au niveau mondial, 1 million d'espèces animales et végétales sont aujourd'hui menacées d'extinction au cours des prochaines décennies. L'enjeu de préservation de ces espèces est tout particulièrement fort dans les forêts, qui abritent 80 % de la biodiversité terrestre. Elle participe en effet à la production de ressources et de services par l'écosystème forestier.

FERTILITÉ DES SOLS

Les feuillages, les branches et racines de petit diamètre sont les parties de l'arbre dont le taux en nutriments s'avère le plus élevé. Le retour à la terre de tout ou partie de ces éléments nutritifs est l'une des clés pour maintenir la fertilité des sols.



2 614 MtC

c'est le stock de carbone des forêts métropolitaines, réparti presque équitablement entre biomasse et sols. Ce stock croît, ce qui a permis de séquestrer 63 MtCO₂ par an, en moyenne, entre 2010 et 2015 dans la biomasse sur pied et environ trois fois moins dans les sols.

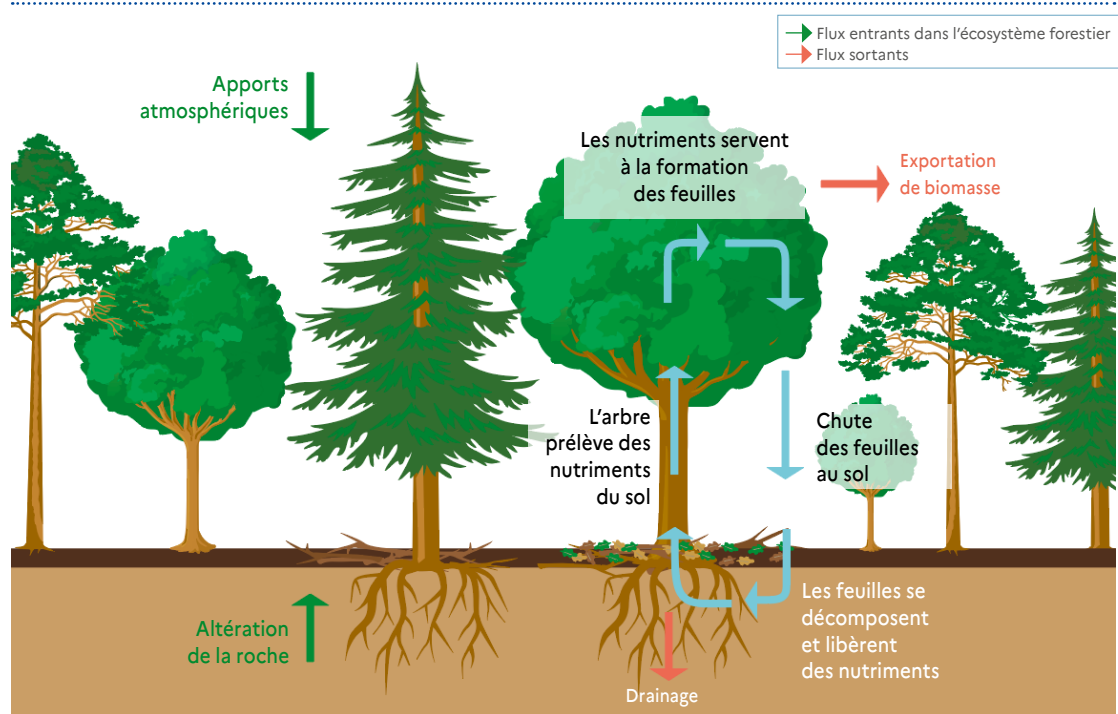
Source : IGD 2020

La forêt rend des services environnementaux et sociétaux indispensables : refuge et réservoir de biodiversité, accueil du public, production de bois, stockage de carbone... Des pratiques de récolte de bois non durables ont un impact sur le fonctionnement des écosystèmes. À terme, elles peuvent générer des effets sur la croissance, la régénération des forêts et donc sur la filière. Les intervenants forestiers ont un rôle clé à jouer pour concilier ces différents enjeux économiques, patrimoniaux et sociaux avec la préservation de la qualité des écosystèmes. L'organisation des chantiers de récolte doit les prendre en compte.



FERTILITÉ CHIMIQUE DES SOLS, pérenniser le cycle naturel des nutriments

FLUX D'ÉLÉMENTS MINÉRAUX



Les flux d'éléments dans l'arbre : une seule exportation de la totalité du feuillage peut affecter durablement la productivité de l'écosystème, tout particulièrement sur sols pauvres.

La teneur en éléments nutritifs des sols forestiers provient, entre autres, de la décomposition des racines, des branches et des feuilles mortes. Une gestion durable des forêts repose sur la préservation de la boucle de recyclage des nutriments, avec une réflexion sur les prélèvements de menus bois.

Les sols constituent le socle de la croissance des arbres et de la vitalité de la forêt. Or, contrairement à une idée reçue, leur fertilité chimique peut être fragile : en métropole seulement 30 % disposent d'une

réelle stabilité en la matière et sont peu sensibles à l'exportation d'éléments minéraux provoquée par le prélèvement des menus bois. En effet, les meilleurs sols ont été historiquement affectés à l'agriculture, laissant les terres

les plus pauvres à la production sylvicole.

Par ailleurs, la quasi-totalité des forêts françaises ne reçoit ni engrais ni amendements minéraux ou organiques. Seul un lent processus naturel de réapprovisionnement

par altération de la roche mère en nutriments peut compenser une baisse de la fertilité chimique des sols.

UN RECYCLAGE DES NUTRIMENTS

Le maintien de la richesse en nutriments est lié à un cycle : grâce à ses racines, l'arbre absorbe des nutriments dans le sol, qu'il restitue en partie sous la forme de tissus morts comme des racines fines, des branches, des aiguilles et des feuilles. Leur décomposition alimente le sol en nutriments essentiels à la vie, dont les principaux sont l'azote, le phosphore et le calcium. C'est par ce recyclage d'éléments nutritifs que la richesse chimique des sols se maintient. Perturber ce cycle, par exemple avec la récolte

des menus bois, peut avoir des conséquences significatives sur la fertilité, tout particulièrement

sur celle des sols les plus pauvres. Toutes les parties des arbres ne possèdent pas la même richesse en éléments nutritifs. Les éléments les plus fins, ou les plus verts, sont les plus riches en nutriments et se décomposent rapidement. Un exemple : chez le chêne sessile, les petits bois d'un diamètre inférieur à un centimètre disposent de 0,68 g/kg de magnésium contre moins de 0,23 g/kg pour les diamètres de plus de 7 centimètres.

LE FEUILLAGE, L'ORGANE CLÉ DE LA FERTILITÉ DES SOLS

Le compartiment majeur de l'arbre pour sa richesse en nutriments est le feuillage. Chez le chêne par exemple, les feuilles concentrent trois à quatre fois plus d'azote que les branches et six fois plus que le tronc. C'est pourquoi une seule exportation du feuillage peut affecter durablement la nutrition et la croissance des arbres, même si, dans l'arbre, le poids du feuillage est inférieur à celui des branches. Laisser tout le feuillage sur la parcelle permet de limiter les risques de déstockage de la matière organique et surtout des éléments nutritifs du sol. **I**



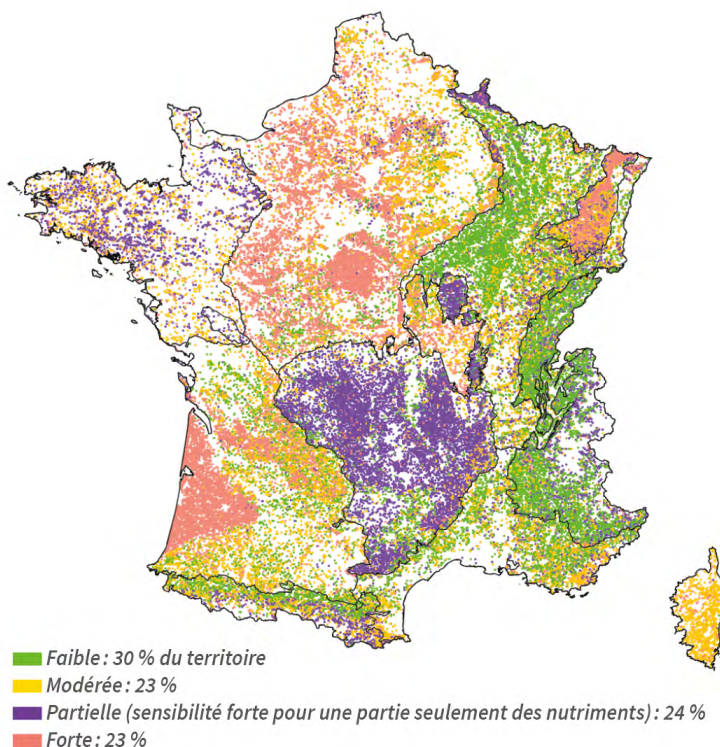
LAURENT AUGUSTO,

chef adjoint du département Écologie des forêts à l'Institut national de la recherche agronomique et de l'environnement (INRAe)

Un enjeu pour atténuer le changement climatique

« Si le maintien d'une bonne vie des sols est une préoccupation locale pour la pérennité des peuplements forestiers, il s'agit également d'un enjeu global pour limiter le réchauffement climatique. En effet, la baisse de la fertilité des sols affecte la croissance des arbres et donc leur capacité à stocker du carbone atmosphérique et à réduire les gaz à effet de serre. De plus, l'export de matière organique via les prélèvements de petits bois et feuillages ou souches réduit les stocks de carbone séquestrés dans les sols et dans le bois mort. »

SENSIBILITÉ DES SOLS FORESTIERS À L'EXPORT D'ÉLÉMENTS MINÉRAUX



Source : Diagnostic issu du projet INSENSÉ appliqué aux données sol de l'inventaire forestier national entre 2005 et 2015 (site de l'IGN-IFN).

PRÉSERVER la biodiversité



© Y. Pallier, INRAE

La grande variété des formes de vie dans les forêts constitue un patrimoine inestimable qui contribue au bon fonctionnement des écosystèmes forestiers. Les animaux, végétaux et micro-organismes se nichent dans toutes leurs composantes, du sol aux arbres, vivants ou morts.

Les forêts abritent un monde dense d'espèces variées, en interaction les unes avec les autres. L'absence de quelques-unes peut avoir des conséquences en cascade sur cet équilibre. Une des particularités de l'écosystème forestier : 25 % des espèces sont saproxyliques,

c'est-à-dire qu'elles dépendent de la présence de bois mort, qui constitue un réservoir unique de biodiversité. Récolter les menus bois et les souches modifie la quantité et la diversité des types de bois mort, ce qui peut avoir un impact sur l'habitat d'une partie importante de la biodiversité forestière.

LE BOIS MORT, UNE PIÈCE VITALE

Petits ou gros, feuillus ou résineux, couchés ou debout, à divers stades de décomposition : le volume, et plus encore, la diversité des bois morts ainsi que leur répartition au sein de la parcelle sont des gages de richesse de la forêt en biodiversité. Chaque catégorie héberge des cortèges originaux de champignons, d'insectes, de mousses, de lichens, etc.

Les grosses pièces de bois mort sont particulièrement importantes. Elles offrent un habitat durable,

BIODIVERSITÉ FORESTIÈRE EN MÉTROPOLE



La diversité des bois morts ainsi que leur répartition au sein de la parcelle sont des gages de richesse de la forêt en biodiversité. Avec plus de 10 000 espèces en forêt, les insectes représentent plus de 60 % de la diversité forestière, tous groupes confondus.

notamment à des espèces rares d'oiseaux, d'insectes et de mousses. Quant aux menus bois, ils abritent des espèces d'insectes spécifiques et forment des refuges temporaires pour d'autres animaux, comme les amphibiens, les reptiles, les rongeurs, les oiseaux nichant au sol, etc. Enfin, les souches hébergent des assemblages différents d'espèces saproxyliques, plus riches que ceux des petits

bois morts au sol, en particulier chez les conifères.

LA BIODIVERSITÉ, ESSENTIELLE AU FONCTIONNEMENT DES SOLS

Le prélèvement des menus bois ou des souches, en fonction de son intensité et des conditions locales, peut affecter la diversité biologique de l'écosystème et

donc son fonctionnement. Les sols forestiers, par leur diversité et leur variabilité à l'échelle d'un massif, constituent des habitats essentiels pour une très grande variété d'organismes, depuis les vertébrés jusqu'aux champignons et bactéries. Certaines espèces, en partie hébergées dans la litière, participent à la décomposition des débris végétaux et assurent le recyclage des matières organiques et des éléments nutritifs du sol. Les champignons mycorhiziens, associés aux racines de près de 90 % des espèces végétales, facilitent le prélèvement d'eau et d'éléments nutritifs par les arbres. Cette biodiversité contribue au bon fonctionnement du sol et à la productivité du peuplement : maintien de la structure et de l'aération du sol, préservation de sa fertilité chimique, rôle protecteur contre les pathogènes, etc. |

25 %

des espèces forestières dépendent du bois mort dans les forêts métropolitaines.

Source: C. Bouget (INRAe)

30 %

sont des champignons et

20 %

des coléoptères.

CONSERVER

l'intégrité physique des sols

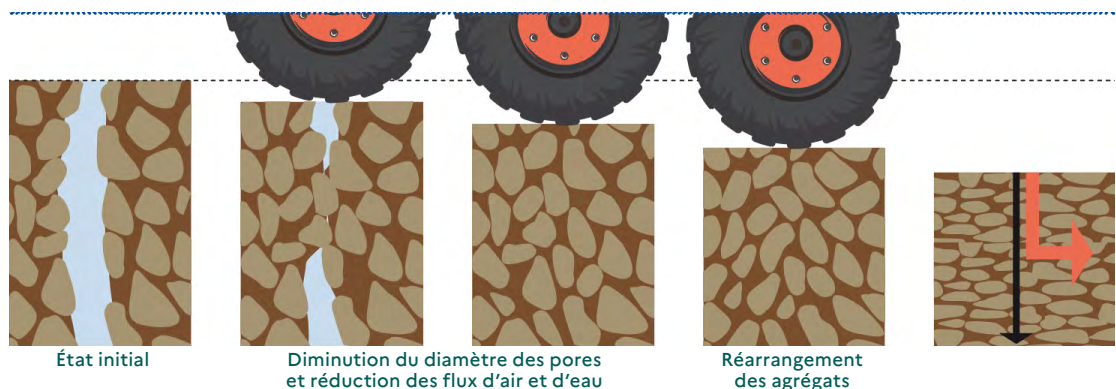
Une bonne aération du sol pérennise sa fertilité et l'activité biologique qu'il héberge. Elle favorise également un bon enracinement des arbres. Le maintien de la couverture des sols dans les zones forestières en pente contribue à les protéger de l'érosion.

La mécanisation de l'exploitation forestière, qui permet d'accroître la rentabilité du chantier, le confort de travail des salariés et leur sécurité, engendre cependant un risque de tassement plus ou moins intense des sols. Dès les premiers passages en conditions d'humidité défavorables, le tassement modifie l'intégrité physique des sols et réduit leur fertilité. En diminuant leur porosité, la circulation de l'eau et de l'air ralentit, ce qui peut provoquer des engorgements et des asphyxies.



© M. BOUTS, ONF

EFFET DU TASSEMENT SUR LA POROSITÉ DU SOL



© G.G.

Les effets du tassement s'observent sur la répartition et la forme des agrégats (polygones marron clair) dès les premiers passages en conditions d'humidité défavorables. Compressés, ils empêchent la circulation de l'eau et de l'air dans le sol.

50 à 100 ans

sont nécessaires pour qu'un sol tassé retrouve les conditions favorables à la croissance du peuplement.

Dans un sol moins aéré, les racines pénètrent difficilement. L'ancrage des arbres est freiné et, donc, leur nutrition et leur croissance également. C'est pourquoi la circulation des engins doit être concentrée sur les cloisonnements (voies de circulation en forêt). Le sol étant tassé sous ces voies permanentes, elles doivent rester utilisables à long terme afin d'empêcher l'extension de la surface dédiée à la circulation. Circuler uniquement lorsque les cloisonnements sont praticables permet d'éviter l'orniérage. En métropole, seulement 31 % des cloisonnements sont praticables presque toute l'année. Le reste des voies nécessite de prendre des précautions, notamment en raison d'une part importante de terres à dominante argileuse ou limoneuse. Ce type de texture diminue la capacité de drainage du sol. Le nombre de jours où les cloisonnements sont trop humides

LE MAINTIEN D'UN COUVERT VÉGÉTAL PROTÈGE LES SOLS DE L'ÉROSION, SURTOUT DANS LES ZONES EN PENTE

L'érosion des sols, provoquée par les eaux de pluie, entraîne la dégradation puis le déplacement des couches superficielles du sol, fragilisant sa fertilité et perturbant les eaux et les habitations situées en aval. Elle peut augmenter la turbidité de l'eau, un facteur problématique dans les périmètres de protection de captage d'eau et dans les cours d'eau à forts enjeux écologiques qui abritent des espèces sensibles à la pollution, parfois menacées d'extinction : écrevisses, mollusques.

La pente augmente fortement le risque d'érosion : un quart des forêts, situées sur des pentes supérieures à 25 %, y sont ainsi sensibles. Les coupes rases et l'exportation des menus bois amplifient le risque.

pour être empruntés augmente donc en conséquence.

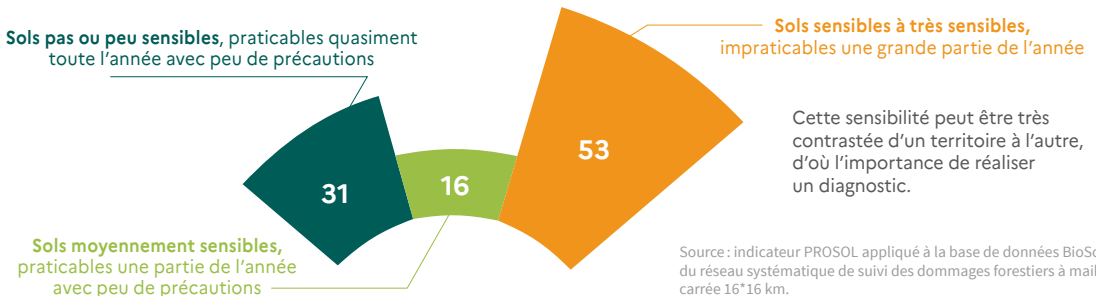
LA VIE DU SOL AU RALENTI

Les effets du tassement s'observent aussi sur l'activité biologique. L'absence d'oxygène empêche la survie de nombreux organismes. Avec un équilibre biologique perturbé, la minéralisation de la matière organique, la fragmentation et l'agrégation du sol sont ralenties. Les vers de terre y sont particulièrement sensibles, tout comme les champignons qui décomposent la matière organique des sols et les champignons sym-

biotiques qui s'associent avec le système racinaire des arbres. Or, ces derniers accroissent de manière importante la capacité des racines à capter l'eau et les nutriments. Ils se révèlent de précieux alliés de la production forestière.

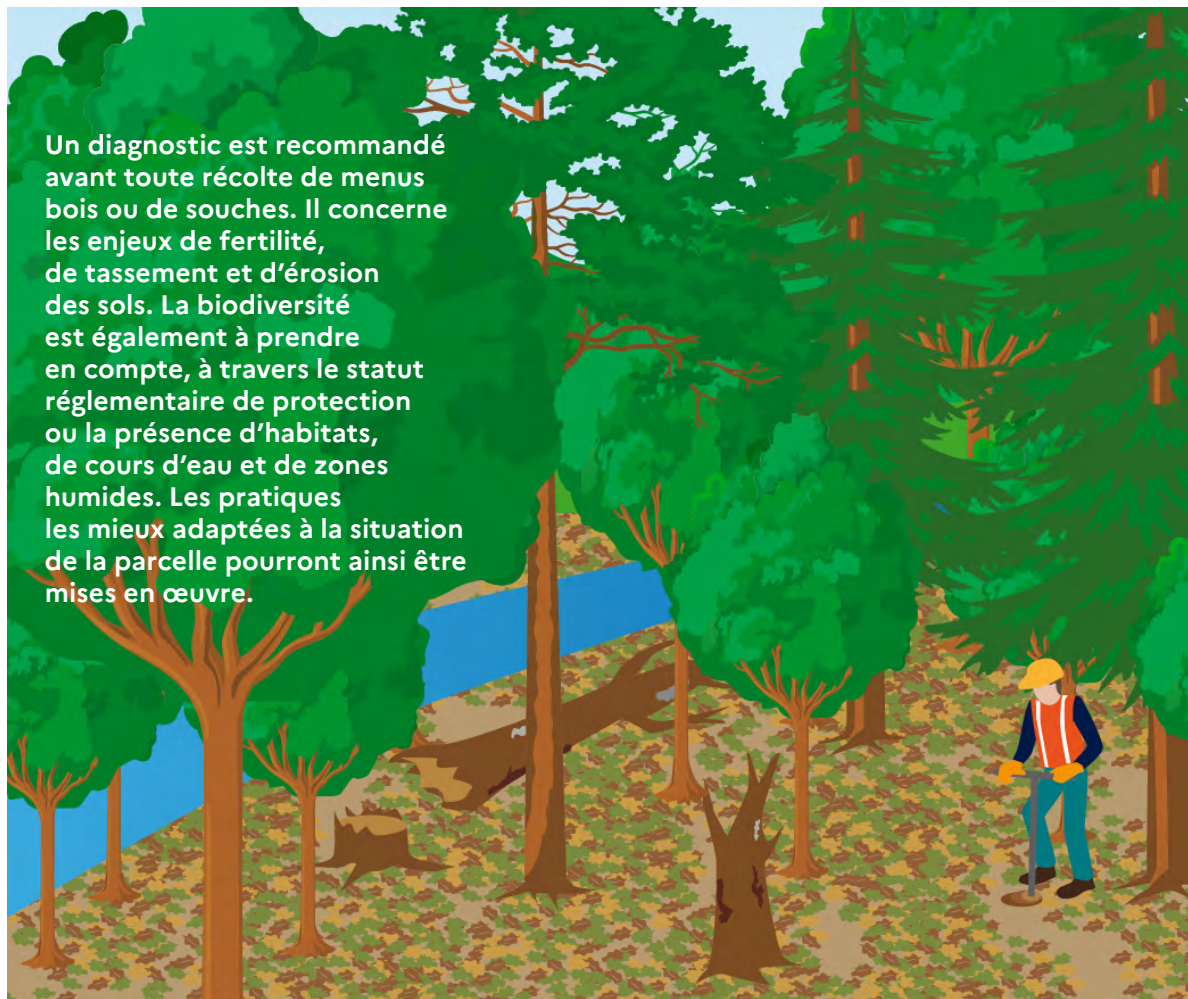
Les risques de tassement des sols sont donc à prendre en considération lors de l'organisation des chantiers, d'autant que les dégâts sont peu réversibles. En outre, les arbres résisteront mieux aux stress hydriques induits par le changement climatique si leurs racines puisent en profondeur l'eau encore disponible. ■

SENSIBILITÉ POTENTIELLE AU TASSEMENT DES SOLS FORESTIERS MÉTROPOLITAINS (%)



LES OUTILS

Un diagnostic est recommandé avant toute récolte de menus bois ou de souches. Il concerne les enjeux de fertilité, de tassement et d'érosion des sols. La biodiversité est également à prendre en compte, à travers le statut réglementaire de protection ou la présence d'habitats, de cours d'eau et de zones humides. Les pratiques les mieux adaptées à la situation de la parcelle pourront ainsi être mises en œuvre.



RÉALISER UN DIAGNOSTIC EST ESSENTIEL

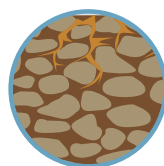
CAR IL Y A PEU DE SITUATIONS OÙ LES RISQUES POTENTIELS D'IMPACT SUR LES SOLS ET LA BIODIVERSITÉ SONT FAIBLES.



**Fertilité chimique
des sols**



Biodiversité



**Intégrité physique
des sols**

POUR AGIR



BONNES PRATIQUES

Spécifiques aux chantiers bois énergie



Ne pas exporter les feuillages



Conserver une partie des menus bois sur la parcelle



Raisonner la récolte des souches

Pour tous les chantiers de récolte



Limiter les risques de tassement et d'érosion des sols



Préserver les habitats, les zones humides et les cours d'eau

MESURER LA SENSIBILITÉ

chimique du sol à l'export de menus bois

La fertilité chimique du sol forestier fait partie intégrante des facteurs de production.

Dans le cas de prélèvements de biomasse, un diagnostic de sensibilité du sol à l'export d'éléments nutritifs peut être réalisé grâce à cinq critères accessibles et peu coûteux à définir.

Les prélèvements de menus bois, très concentrés en éléments minéraux, peuvent parfois réduire de manière significative la fertilité chimique des sols. À l'aide d'observations de terrain, le diagnostic de sensibilité à l'export d'éléments nutritifs élaboré dans le cadre du projet INSENSÉ¹ évalue la sensibilité du sol à une récolte accrue de menus bois. L'écosystème forestier est d'autant plus sensible à un export de menus

25 cm

c'est la profondeur des trous à creuser, à la pioche puis à la tarière par exemple, pour réaliser les observations nécessaires au diagnostic.



© N. Fousse, ONF

1. Projet INSENSÉ, Indicateurs de sensibilité des écosystèmes forestiers soumis à une récolte accrue de biomasse, co-financé par l'ADEME dans le cadre de l'appel à projets de recherche REACTIF « recherche sur l'atténuation du changement climatique par l'agriculture et la forêt ». Partenaires : INRAe, ONF, AgroParisTech

LES CINQ CRITÈRES DU DIAGNOSTIC

L'indicateur de sensibilité à l'export d'éléments nutritifs permet d'estimer la sensibilité du sol par élément nutritif : calcium, magnésium, potassium, phosphore et azote.

Ce calcul s'effectue à partir de cinq critères. Au minimum, trois points d'observation répartis de manière aléatoire sont nécessaires pour garantir un résultat représentatif d'une zone homogène dans ses conditions topographiques et géologiques.

• **LE TYPE D'HUMUS** : il s'apprécie en découpant les premiers centimètres du sol et des couches de litière avec le couteau pour les visualiser en coupe. Il est identifié à partir du pourcentage de recouvrement des différentes couches organiques, leur présence ou absence sur les différents points de prélèvements, puis en s'aidant de la clé de détermination³.

• **LA TEXTURE** : les propriétés mécaniques du sol sont estimées en manipulant un échantillon entre les doigts pour l'associer à l'une des cinq catégories établies, entre argile lourde, sol argileux, limoneux, équilibré ou sableux.

• **EFFERVESCENCE** : la présence de carbonate dans le sol est un bon indice de sa richesse en calcium et en

magnésium. Pour l'identifier, on utilise une réaction à l'acide chlorhydrique sur de la terre fine (éléments < 2 mm), prélevée avant 25 cm de profondeur et sur au moins un des points d'observation. En dissolvant les carbonates, l'acide crée un dégazage qui génère des bulles, visibles à l'œil nu.

• **LA RÉGION ÉCOLOGIQUE** : elle est donnée à partir de la grande région écologique (GRECO)². Chacune de ces régions possède des propriétés climatiques et géologiques propres.

• **ENRACINEMENT** : l'objectif est de déterminer, en creusant, si les racines des arbres peuvent prospecter à plus de 25 cm de profondeur sur au moins un des trois points d'observation.

Le diagnostic donne des résultats par nutriment qui sont ensuite combinés afin d'établir la sensibilité globale : faible, moyenne, forte (ou partielle, si les concentrations en éléments sont très variables d'un nutriment à un autre). Dans le cas de la tourbe, le risque de déstockage de carbone étant trop important, sa sensibilité est toujours considérée comme forte.

“ Le diagnostic terrain indique la sensibilité du sol forestier à court comme à long terme. Il permet d'adapter les modalités de récolte.”

bois que la concentration en éléments nutritifs du sol est faible. C'est cette sensibilité, établie à partir des teneurs en calcium, magnésium, potassium, phosphore et azote, qui est prédite par cet indicateur de terrain.

UN DIAGNOSTIC DE TERRAIN, ACCESSIBLE ET OPÉRATIONNEL

Le diagnostic s'effectue sur le terrain grâce à cinq critères (voir encadré). Les résultats sont immédiats.

Programmé par le gestionnaire ou le propriétaire forestier au moment de la description des peuplements et des travaux à réaliser, le diagnostic indique la sensibilité du sol forestier, à court comme à long terme. Cette information est essentielle pour préserver les fonctions du sol et la croissance du peuplement en adaptant les modalités de récolte selon le résultat. **I**

2. Pour en savoir plus sur les grandes régions écologiques (GRECO) : <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?article773>

3. Clé de détermination : <https://www.ademe.fr/inseme-indicateurs-sensibilite-ecosystemes-forestiers-soumis-a-recolte-accrue-biomasse>

Exemple de résultat du diagnostic de sensibilité à l'export d'éléments nutritifs obtenu avec l'application For-Eval

Profondeur prospectable
 > 25 cm ? Oui/non



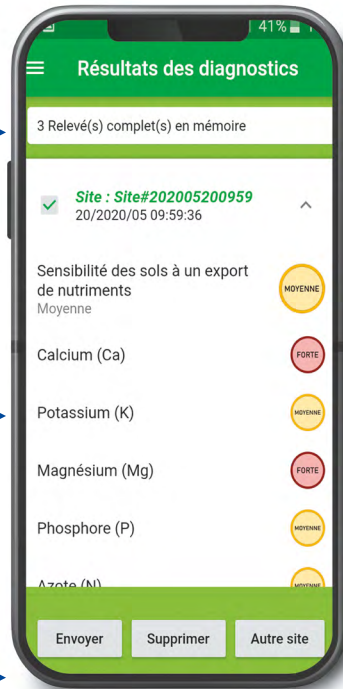
Profondeur effervescence
 avant 25 cm ? Oui/non



GRECO: 11 modalités



Directement fournie par
 For-Eval par géolocalisation



Forme d'humus:
 14 modalités



OH zoogène ou
 OF non zoogène présent

Texture à 10 cm:
 5 modalités



Sables abondants à dominants

L'application For-Eval, qui propose
 deux diagnostics de sensibilité
 potentielle à l'export d'éléments
 nutritifs et au tassement, est disponible
 sur Google Play.

ARMELLE NOÉ,

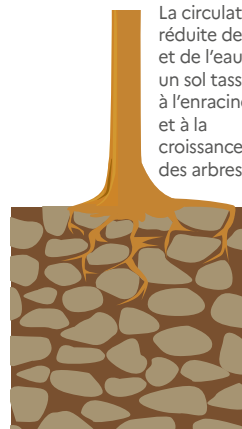
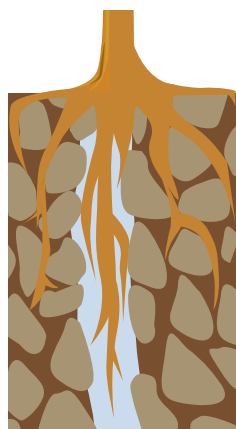
Chargée de sylviculture, ONF, Agence Aube-Marne

« Le diagnostic est nécessaire pour une gestion durable des sols forestiers »

« Réaliser le diagnostic de sensibilité à l'export d'éléments nutritifs est essentiel avant de démarrer un chantier d'exploitation par arbres entiers à destination du bois énergie. En effet, la préservation de la fertilité des sols est un des enjeux majeurs de la gestion forestière durable. Afin de simplifier encore l'utilisation de ce diagnostic, nous travaillons dans le Grand Est à une cartographie de la sensibilité des sols à l'export des menus bois. La description des sols qui figure dans les catalogues de stations donne déjà, dans 80 % des cas, les éléments nécessaires à la réalisation du diagnostic (forme d'humus, texture, présence de calcaire actif, profondeur prospectable). Dans l'attente des résultats de ce travail, et ensuite dans les cas où il ne permettra pas de déterminer directement la sensibilité, l'application For-Eval permet une réalisation très rapide du diagnostic sur le terrain. »

ÉVALUER LA SENSIBILITÉ

des sols au tassement et à l'érosion



La circulation réduite de l'air et de l'eau dans un sol tassé nuit à l'enracinement et à la croissance des arbres.

Un sol tassé ou érodé perd en fertilité. Il compromet la croissance des arbres. La réalisation d'un diagnostic avant le démarrage du chantier est essentielle pour organiser les chantiers forestiers.

Bien connaître la sensibilité du sol au tassement est le point de départ indispensable pour organiser les chantiers forestiers et la circulation des engins. Elle se mesure selon deux grands types de paramètres : par des éléments immuables que sont la texture et le pourcentage d'éléments grossiers dans le sol ainsi qu'à partir de l'humidité. Cette dernière s'apprécie au moment du chantier car elle évolue dans le temps. Hormis pour les sols très superficiels, le diagnostic se réalise sur au moins 50 cm de profondeur : les propriétés du sol et son humidité peuvent en effet varier selon la profondeur. ■

ÉROSION : PENTE ET MANQUE DE COUVERTURE VÉGÉTALE, DEUX FACTEURS DE RISQUE

La sensibilité des sols à l'érosion s'évalue principalement selon deux facteurs : la pente et la couverture forestière (taux de couverture et présence d'une ou plusieurs strates de végétation). Une pente de plus de 25 % peut rendre les sols sensibles à l'érosion. Un taux de couverture végétale faible ou un peuplement composé d'une seule strate augmentent également la sensibilité. Des précautions seront nécessaires pour limiter la perte de sol au niveau du chantier et préserver la ressource en eau.

SENSIBILITÉ DES SOLS AU TASSEMENT EN FONCTION DE LEUR TEXTURE ET ÉTAT D'HUMIDITÉ

TEXTURE	ÉTAT D'HUMIDITÉ			
	Sol sec sur 50 cm	Sol frais	Sol humide	Nappe d'eau à moins de 50 cm de la surface
Sol très caillouteux (éléments grossiers > 50 %)	Non sensible	Non sensible	Sensible	Très sensible
Sol très sableux (sable > 70 %)	Non sensible	Sensible	Sensible	Très sensible
Argile dominante	Non sensible	Sensible	Sensible	Très sensible
Limon dominant et sable limoneux	Non sensible	Sensible	Sensible	Très sensible

Source : guide PROSOL

ÉVALUER LES ENJEUX pour la biodiversité

Pour le diagnostic de la biodiversité présente sur la parcelle, deux types d'informations sont à recueillir : l'existence d'un statut réglementaire de protection et le repérage des éléments supports de diversité biologique.

Les forêts hébergent une biodiversité particulièrement riche. Le code forestier l'intègre dans le principe de gestion forestière durable, laquelle doit concilier les fonctions écologiques, économiques et sociales. Ce patrimoine est pour partie protégé par le code de l'environnement. Si 77 % des surfaces forestières métropolitaines sont exemptes de statut particulier dédié à la protection de la biodiversité, 23 % bénéficient d'un statut explicite de protection, dont 2 % environ d'un statut conservatoire fort impliquant des limitations de gestion particulièrement contraignantes. Si une zone forestière est reconnue ou réglementée pour sa richesse biologique, il importe de limiter les perturbations du milieu dans lequel cette richesse d'espèces a pu se développer, en particulier pour les espèces dépendant du bois mort. Avant de démarrer les travaux, les gestionnaires peuvent vérifier les statuts de protection en vigueur sur leur terrain grâce

à différentes sources (voir *Références* p. 38).

DIAGNOSTIC ÉCOLOGIQUE SUR SITE

Quel que soit le statut de la parcelle, réglementé ou non, un diagnostic écologique est recommandé. Il a pour objectif de repérer les zones sensibles les plus riches en biodiversité, à préserver. Elles contiennent les pièces de bois mort, les gros et vieux arbres ou encore les arbres vivants porteurs d'habitats clefs comme les cavités. Le diagnostic est également l'occasion de repérer les zones humides et cours d'eau à préserver. Cette évaluation peut être conduite par le gestionnaire avant chaque intervention car le diagnostic peut varier au cours du temps. Des prescriptions permettant de préserver les éléments sensibles auront tout intérêt à être transmises



Certains habitats (gros arbres vivants, bois morts, zones humides...) offrent des refuges essentiels à des espèces à forts enjeux de conservation ou protégées.

à l'intervenant dans le contrat de prestation. Développés par le CNPF, les dix facteurs de l'Indice de biodiversité potentielle (IBP)¹ peuvent aider le propriétaire à repérer, sur sa parcelle, la présence d'éléments clefs pour la biodiversité et les îlots en comportant de grosses quantités. ■

STATUTS DE PROTECTION DE BIODIVERSITÉ DES FORÊTS

AIRES PROTÉGÉES DE STATUT FORT	AUTRES STATUTS DE PROTECTION
< 2 % du territoire	21 % du territoire environ
• Réserves biologiques intégrales (RBI) • Réserves biologiques dirigées (RBD) • Zones de cœur des parcs nationaux (PN-Cœur) • Réserves naturelles nationales, régionales et de Corse (RN) • Arrêtés préfectoraux de protection de biotope et Arrêtés préfectoraux des habitats naturels (APPB/APHN)	• Natura 2000 : regroupe les zones de protection spéciale (ZPS) et les zones spéciales de conservation (ZSC) • Aires d'adhésion à un parc national (PN-adh) • Espaces naturels sensibles des départements (ENS)

1. Indice de biodiversité potentielle (IBP) : <https://www.foretriveefrancaise.com/n/ibp-indice-de-biodiversite-potentielle/n:782>

ÉVITER L'EXPORTATION des feuillages

La fertilité des sols forestiers est fortement dépendante de la décomposition du feuillage tombé au sol. Plusieurs méthodes permettent de limiter les exportations de feuillage hors de la parcelle.

Une seule exportation du feuillage suffit à affecter durablement la fertilité des sols, même pour les plus riches d'entre eux. Pour limiter ce risque, la recommandation tient en une phrase : conserver le maximum de feuillage sur la parcelle ! Pour les essences qui perdent leur feuillage en hiver, la première mesure est donc de préférer une récolte « hors feuilles ».

PRÉVOIR UN TEMPS DE RESSUYAGE SUFFISANT

À défaut d'une récolte « hors feuilles », les arbres peuvent être laissés à sécher sur la parcelle pendant une certaine durée. Ce ressuyage facilite la chute des feuilles mais également des petits rameaux fragilisés lors de

l'abattage. La durée généralement préconisée est de trois mois, à ajuster selon les conditions météorologiques, l'essence, l'exposition, et la période d'abattage. La vérification visuelle de la chute effective des feuilles reste le meilleur indicateur ! Les arbres de faibles dimensions regroupés en

// Conserver
le maximum de feuillage
sur la parcelle."

javelles par les machines d'abattage sont, quant à eux, à disposer à proximité des cloisonnements.

- Privilégier les récoltes « hors feuilles » pour les essences à feuillage caduc
- Ménager une période de ressuyage : la durée de référence est de trois mois
- Pour cela, favoriser la concertation entre les différents intervenants



BON POUR LE SOL, BON POUR LA FILIÈRE BOIS ÉNERGIE

Ne pas exporter le feuillage favorise la restitution directe des éléments minéraux. Celle-ci contribue également à une meilleure qualité des plaquettes forestières, en évitant un effet compostage dans les tas en bord de route et en assurant un minimum de feuilles dans les produits finaux. Ces dernières augmentent en effet les taux de fines et de cendres non souhaitées.

Les éléments minéraux apportés par le feuillage seront concentrés à cet endroit, mais ils resteront sur la parcelle, à portée des racines du peuplement.

CONCERTATION À PRIVILÉGIER !

Dans les faits, si une période de ressuyage est appliquée dans plus de 90 % des cas, elle est de durée très variable, parfois limitée à quelques semaines seulement. Le moment de la récolte se décide rarement sur la base de la présence ou non des feuilles sur l'arbre. Le principal critère qui oriente cette décision est la portance des sols. L'humidité hivernale limite en effet les possibilités de conduire les opérations sur les sols sensibles au tassement. Dans ces conditions, les intervenants peinent à respecter la règle des « trois mois ». Finalement, pour parvenir à l'objectif de



Bois regroupés en javelles en cours de ressuyage, à proximité du cloisonnement.

faible exportation du feuillage, la concertation entre acteurs prime. À l'échelle d'un territoire, les échanges entre gestionnaires,

entrepreneurs et acheteurs sont le meilleur moyen d'assurer une bonne articulation des chantiers de coupe et de débardage. ■



DAMIEN FRANÇOIS,

Responsable technique, coopérative Forêts et Bois de l'Est

« Le ressuyage sur coupe améliore la fertilité des sols et la qualité des plaquettes forestières »

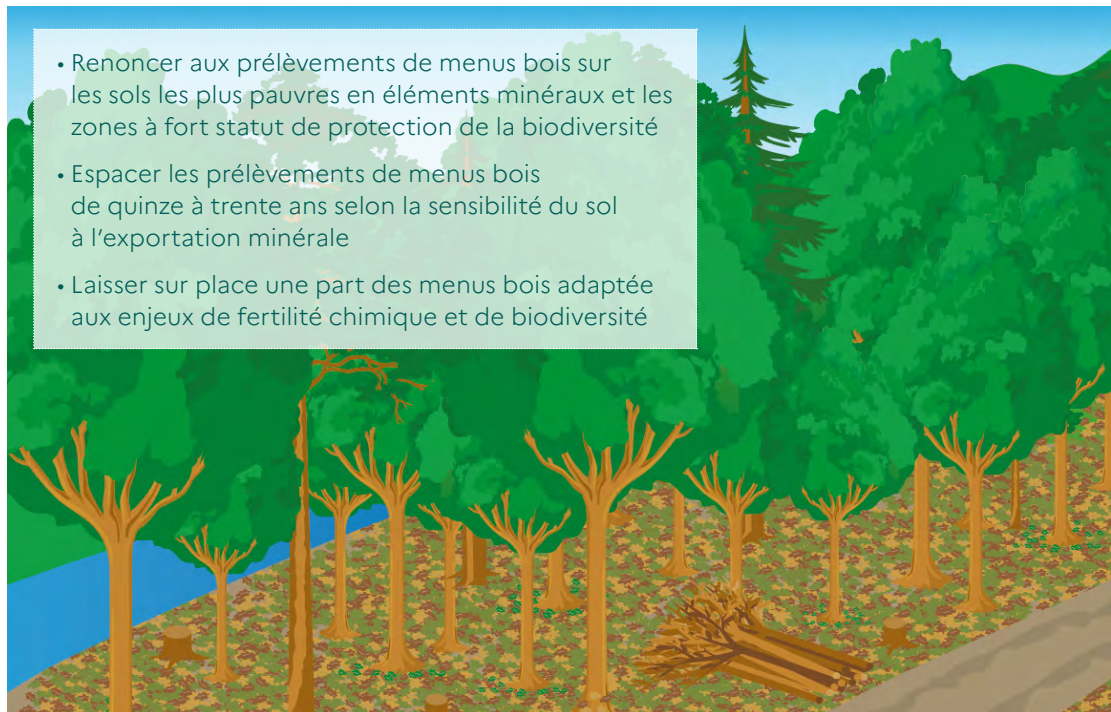
« Sur les 100 000 tonnes annuelles de bois que nous récoltons et qui sont destinées à la production de plaquettes forestières, un tiers provient de co-produits issus de coupes finales pour le bois d'œuvre, les deux autres tiers d'opérations de sylviculture comme l'ouverture de cloisonnements ou les dépressages. Dans tous les cas, une part des rémanents doit rester sur la parcelle pour préserver la fertilité des sols et la biodiversité. Pour éviter l'export des feuilles, des bourgeons et des brindilles, riches en minéraux, notre stratégie consiste à laisser les bois ressuyer sur place. Ils restent sur le lieu de coupe jusqu'à ce que l'ensemble du feuillage soit tombé au sol, soit quatre à six mois selon les essences et les conditions. Cette pratique permet d'augmenter la quantité de biomasse laissée au sol dans les parcelles et apporte des avantages économiques en améliorant la qualité du produit. Le bois ressuyé, plus sec, offrira un meilleur rendement énergétique. Le taux de particules fines émanant des plaquettes se maintiendra en dessous du seuil réglementaire de 5 %. Leur combustion ne générera pas plus de 3 % de cendres, car elles seront plus pauvres en éléments minéraux.

Pour les opérations de sylviculture, attendre le temps nécessaire au ressuyage pour débarder les bois est facile à mettre en œuvre. Son impact économique sur le coût global de l'intervention est plus faible que d'autres pratiques, par exemple des coupes supplémentaires dans les houppiers. Dans les chantiers mixtes feuillus avec récolte de bois d'œuvre, l'exploitation se conduit principalement hors feuille en hiver.

RAISONNER LA RÉCOLTE

des menus bois

- Renoncer aux prélèvements de menus bois sur les sols les plus pauvres en éléments minéraux et les zones à fort statut de protection de la biodiversité
- Espacer les prélèvements de menus bois de quinze à trente ans selon la sensibilité du sol à l'exportation minérale
- Laisser sur place une part des menus bois adaptée aux enjeux de fertilité chimique et de biodiversité



G.C.

L'impact potentiel du prélèvement de menus bois sur la fertilité des sols et sur la biodiversité doit être pris en compte avant d'avoir recours à cette pratique. Lorsqu'elle est envisageable, ses modalités de réalisation devront être raisonnées au cas par cas.

Les prélèvements de menus bois sont à espacer de quinze ans, sur sols faiblement sensibles, à trente ans, sur sols modérément sensibles. Le délai entre deux prélèvements

PART DE MENUS BOIS À LAISSER SUR COUPE

STATUT DE PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ*	SENSIBILITÉ DES SOLS À L'EXPORTATION MINÉRALE**		
	FAIBLE	MODÉRÉE	FORTE
Aires protégées à statut fort	Récolte de menus bois déconseillée		
Autres statuts de protection	Laisser au moins 2/10 ^{es} de menus bois	Laisser au moins 3/10 ^{es} de menus bois	Récolte de menus bois déconseillée
Pas de statut particulier	Laisser au moins 1/10 ^e de menus bois		

* Voir la liste des statuts concernés p. 26

** Voir diagnostic p. 22-24

Si des préconisations sur la gestion des menus bois sont fournies dans les documents de gestion, elles sont à suivre en priorité. En effet, les recommandations répondant aux enjeux de fertilité chimique et de biodiversité peuvent être divergentes, en particulier pour les milieux pauvres en minéraux.

Source: Guide GÉRBOISE

PEUT-ON COMPENSER L'EXPORT DES MENUS BOIS ?

Une fertilisation raisonnée peut être envisagée pour compenser la récolte des menus bois sur les sols les plus sensibles. Cependant, cette mesure est rarement mise en œuvre en forêt, pour des raisons à la fois techniques et économiques.

De plus, la fertilisation apporte des nutriments mais ne compense pas la perte de matière organique causée par la récolte de biomasse. Cette pratique reste à approfondir et gagnerait à être travaillée régionalement, avec l'appui de la recherche. Elle permettrait notamment d'envisager l'épandage, en forêt, de cendres issues de chaufferies bois dans le cadre d'une gestion circulaire.

est établi de façon à permettre au sol de recharger ses stocks de nutriments.

LAISSER UNE PROPORTION DE MENUS BOIS SUR PLACE

Dans les forêts bénéficiant d'un statut de protection de la biodiversité fort ou qui sont situées sur des sols fortement sensibles à l'exportation minérale, la récolte de menus bois est déconseillée.



© D. Pichereau, ONF

VINCENT GUITTON,

Dirigeant entreprise Guitton, Entrepreneur de travaux forestiers

« Adapter les pratiques aux enjeux de fertilité »

« Mes chantiers se déroulent dans les forêts de Basse-Normandie gérées par l'ONF. J'interviens pour valoriser les houppiers de hêtres et de chênes après les coupes, afin de produire du bois énergie. Raisonner les prélèvements de menus bois est important pour préserver la fertilité des sols. J'utilise un porteur tracksé et équipé d'un grappin scie, qui peut ne saisir que ce qui est vendu et laisser les petits bois sur place. En fonction des enjeux de fertilité, l'ONF me transmet des recommandations sur le diamètre des bois à récolter. Dans les parcelles à forts enjeux environnementaux, je peux être amené à ne pas prendre les bois de moins de 10 cm de diamètre par exemple. Pour tous les chantiers, les bois sont laissés à ressuyer en bordure des cloisonnements. Grâce à cette étape de séchage, une partie des menus bois de petite dimension deviennent cassants et tombent sur la parcelle au moment du débardage. »

Dans une parcelle située sur un sol faiblement sensible à l'exportation minérale, au moins 10 % de menus bois doivent être abandonnés sur le parterre de coupe, ce qui correspond aux pertes d'exploitation habituelles lors de l'abattage et du débardage. Si cette parcelle se situe dans une zone Natura 2000, un Espace naturel sensible ou une zone d'adhésion de Parc national, il est conseillé de se conformer aux préconisations des documents de gestion dédiés à la protection de la biodiversité dans ces sites si elles existent (tableau 4, autres statuts de protection). En l'absence de

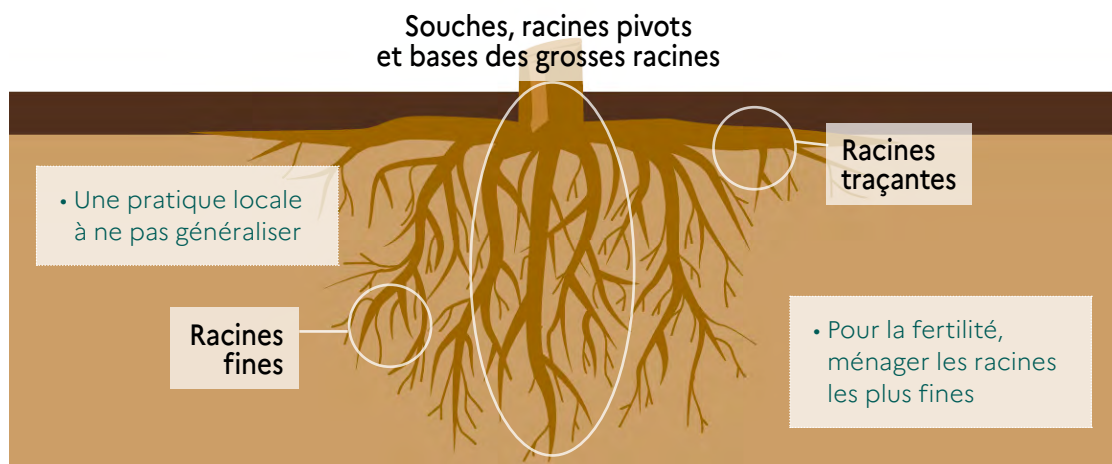
préconisations particulières, il est conseillé d'augmenter la proportion de menus bois laissée sur place à 20 %, au titre de la protection des habitats.

Dans les autres cas, pour les forêts situées sur sol à sensibilité modérée et sans statut de protection de la biodiversité fort, il est préconisé d'augmenter encore la proportion de menus bois laissée sur place à au moins 30 %.

Ces recommandations, issues du guide GERBOISE, sont le résultat d'un compromis fondé sur l'état actuel des connaissances. ■

RAISONNER LA RÉCOLTE des souches

MORPHOLOGIE DU SYSTÈME RACINAIRE



Importantes pour la biodiversité, la fertilité des sols et la séquestration de carbone dans le bois mort, les souches représentent un volume de biomasse à préserver. Dans les cas où le dessouchage est déjà pratiqué, le maintien d'une souche sur dix au minimum sur la parcelle est recommandé pour servir de refuge pour la biodiversité.

En France, la récolte des souches concerne essentiellement les Landes de Gascogne, où il ne s'agit pas uniquement de récolter du bois énergie supplémentaire, mais également de lutter contre le champignon *Fomes* et de faciliter la préparation de la plantation suivante. Les souches sont destinées à des filières très spécialisées, nécessitant notamment des installations

de combustion adaptées, peu répandues. Cette pratique n'a pas vocation à se généraliser.

Par ailleurs, leur prélèvement doit être raisonné car les souches constituent un habitat pour de nombreuses espèces et une source de fertilité. L'extraction des souches est à éviter dans des sols à texture fine, à dominance de limons ou d'argiles. Elle présente dans ce cas de forts risques d'exportation de terre liée aux racines et donc de perte de fertilité des sols. Dans les zones où le dessouchage est réalisé, il doit être limité aux coupes finales. Au moins une souche sur dix doit être laissée sur place.

LIMITER LA PERTURBATION DU SOL

Les souches laissées sur place peuvent être choisies en fonction de leur emplacement : privilégier le maintien des souches sur les zones ne compliquant pas les travaux de reboisement, par exemple autour

Jusqu'à

7 fois

plus de nutriments. C'est ce que contiennent les racines fines de diamètre inférieur à 2 mm en comparaison aux racines pivots (sur la base des concentrations massiques)

d'îlots de feuillus ou de vieux bois, en bord de fossés ou de cours d'eau. Le prélèvement des souches doit être opéré de façon à limiter la proportion de sol perturbée. L'objectif est de préserver, au maximum, les racines traçantes et les racines fines, autrement dit, de cantonner autant que possible le prélèvement à la racine pivot et à la base des racines pivotantes. Laisser ressuyer les souches au moins six mois entre la coupe et le prélèvement permet de limiter l'exportation de terre et de racines fines. **I**

ÉVITER LE TASSEMENT et l'érosion des sols



La circulation des engins est susceptible de créer des tassements, phénomènes peu réversibles et pénalisants pour le sol. La rationalisation des chantiers et l'organisation de la circulation des engins sont indispensables pour conserver une bonne productivité de la forêt, quel que soit le chantier de récolte.

Le tassement des sols forestiers peut être limité grâce à deux leviers combinés : le choix des machines et l'optimisation de leur circulation, qui doit tenir compte de l'humidité. L'installation d'un réseau pérenne de cloisonnements bien balisés est essentielle pour limiter

au maximum les surfaces susceptibles d'être tassées. Ces voies de circulation en terrain naturel subissent inévitablement du tassement, mais il faut surtout veiller à leur pérennité dans le temps et à ce qu'elles ne deviennent pas impraticables car trop abîmées. Pour cela, la concertation entre

18 m

Tel est l'espacement optimal entre deux cloisonnements successifs. Il tient compte de la portée des grues des machines, pour rationaliser et limiter la surface de circulation potentiellement tassée.

Source : guide PRATIC'SOLS

Plus de

60 %

Selon le guide PRATIC'SOLS, c'est la surface parcourue par les engins sans cloisonnement. Dix-huit mètres d'entraxe entre les cloisonnements donnent une emprise plus raisonnable de 22 % de la surface.

gestionnaires forestiers, responsables de chantier et entrepreneurs permet de planifier un portefeuille de chantiers intégrant des coupes de replis sur des sols portants lorsque les conditions hydriques deviennent limites. Cela réduit les risques de rupture d'approvisionnement des industriels et l'impact financier pour les intervenants et les gestionnaires.

PLUSIEURS MÉTHODES

Dans le cas de chantiers peu accessibles ou bien situés dans des zones très sensibles avec un risque de tassement élevé, l'utilisation d'engins lourds est déconseillée pour la coupe et le débardage. Plusieurs méthodes permettent

de limiter la circulation des engins de chantier. L'abattage dirigé vers les cloisonnements, réalisé par des bûcherons, peut être une solution. Le débardage aérien, via des câbles fixés en hauteur, permet de transporter les grumes sans avoir recours à des véhicules terrestres. La traction animale ne se substitue pas totalement aux engins mécaniques, mais peut

être complémentaire, notamment pour déplacer le bois jusqu'aux cloisonnements. Enfin, équiper les engins de pneus larges et de tracks permet de répartir davantage la charge et donc d'imprimer une pression moindre au sol. Lorsque les modalités de récolte le permettent, le dépôt de menus bois dans les cloisonnements ménage également le sol lors de la circulation. ■

LAURENT BISSONNIER

Entreprise Sylva, membre de l'Anatef*, technicien indépendant

« Respecter les sols demande de la rigueur dans la gestion des chantiers »

« Dans le cadre de mes chantiers à vocation bois d'œuvre, je pratique la gestion en couvert continu sur les forêts du nord-ouest de la France. Mon objectif est de préserver au maximum la vie des sols, de favoriser les échanges gazeux et le développement des mycorrhizes. Tassés, les sols ne seront plus fertiles, la forêt ne pourra pas s'épanouir. Il faut donc minimiser les passages et respecter quelques règles lors des chantiers. La première solution est d'optimiser le maillage des cloisonnements en fonction des types d'essences. Le découpage se décide avec les propriétaires. Les engins ne circulent que sur les bandes et ne travaillent pas en dehors. Pour les feuillus, les débusqueurs restent sur le cloisonnement et les bûcherons abattent les arbres au cœur de la zone boisée. Pour les résineux, les bras des machines de bûcheronnage couvrent toute la zone entre deux cloisonnements. Nous pratiquons aussi le pré-débardage à cheval pour sortir les grumes de la bande boisée afin de rester sur les cloisonnements. Et, là où circulent les machines, la portance des sols est améliorée en plaçant des branchages. Enfin, si les sols sont trempés en raison des hivers ou printemps pluvieux, le chantier est reporté.

* Anatef: Association nationale des techniciens et gestionnaires forestiers indépendants

ÉROSION

L'ouverture de pistes, le passage des engins et la mise à nu des sols par coupes rases ou exportation des rémanents aggravent le phénomène d'érosion dans les zones en pente.

Les solutions:

- Raisonner l'implantation des voies de circulation dans la parcelle et éviter l'utilisation d'engins lourds dans les zones les plus sensibles
- Limiter le plus possible la surface des coupes rases dans les zones en pente et la récolte des rémanents
- Utiliser des câbles aériens de débardage

PRÉSERVER LES HABITATS naturels, les zones humides et les cours d'eau

- Laisser autant que possible une bande végétale de 5 mètres minimum non empruntée par les engins le long des cours d'eau
- Éviter de circuler à moins de 10 mètres des zones humides
- Conserver des arbres fruitiers, des bois morts et autres supports de biodiversité



La préservation des zones humides, des cours d'eau, et la prise en compte du rôle des espèces forestières et des bois morts comme supports de biodiversité font partie des recommandations à suivre dans tous les chantiers de récolte.

Le chantier de récolte s'organise en protégeant les bords des cours d'eau et les zones humides du passage des engins, mais aussi en respectant les refuges naturels pour la faune et la flore signalés dans le contrat de prestation entre le gestionnaire et l'intervenant.

ÉVITER DE CIRCULER À PROXIMITÉ DES COURS D'EAU ET DES ZONES HUMIDES

Afin de préserver des berges stables et les habitats sensibles, une bande d'au moins 5 mètres ne doit pas

être empruntée par les engins à proximité des cours d'eau. Elle peut être élargie à 10 mètres selon la pente et le type de machine. La circulation aux abords des zones humides s'effectue à une distance minimum de 10 mètres selon la situation. La circulation des engins doit être évitée lorsque le sol est saturé en eau.

Le maintien des arbres vivants repérés au moment du diagnostic comme des supports de biodiversité est également important, sauf si cela compromet la sécurité sur le chantier et pour les tiers (abords de

REFUGES À CONSERVER

Les bois morts, essentiels pour la biodiversité, sont à conserver autant que possible :

- Chandelles
- Chablis isolés
- Souches préexistantes
- Gros bois morts au sol (pièces de diamètre supérieur à 20 cm)
- Îlots comportant de grosses quantités de bois morts

route, de chemin...). Vieux arbres présentant des cavités, arbres fruitiers et essences secondaires : ces refuges peuvent être réservés seuls, en bouquets ou en îlots d'au moins 0,5 hectare s'ils sont assez abondants. **I**

POUR SUIVRE LE DÉVELOPPEMENT

de connaissances et d'outils pour les professionnels

Les derniers guides GERBOISE et PRATIC'SOLS fournissent aux opérateurs de terrain des préconisations pour maintenir la praticabilité des chantiers forestiers et gérer durablement les menus bois et les souches. L'objectif à terme est de proposer aux professionnels des outils d'aide à la décision qui croisent l'ensemble des enjeux environnementaux, techniques et économiques, du diagnostic aux bonnes pratiques.

Les recommandations issues du guide GERBOISE livrent les bases pour une gestion durable des menus bois et des souches. Tout l'enjeu est de les rendre opérationnelles en identifiant des modalités techniques économiquement viables et en facilitant leur appropriation sur le terrain. Ce travail de co-construction avec les professionnels est réalisé dans le cadre du projet TAMOBIOM lancé en 2019 (voir article p. 37). Les professionnels disposent de plusieurs outils de diagnostic et guides de recommandations qui



L'application mobile BioClimSol du CNPF permet de réaliser des diagnostics sylvo-climatiques. Ils évaluent le risque de dépérissement d'un peuplement et aident au choix des essences dans un contexte de climat changeant.

abordent quelques pratiques de gestion forestière, comme la récolte par arbres entiers, et une partie des risques de dégradation de la fertilité des sols.

PROPOSER AUX GESTIONNAIRES DES OUTILS MULTICRITÈRES OPÉRATIONNELS

À terme, l'objectif est d'aboutir à des outils multicritères. Ils proposeront aux professionnels des recommandations permettant de limiter leurs impacts potentiels sur l'ensemble des fonctions écologiques des sols, intégrant notamment le stockage de carbone. Au-delà de la gestion des menus bois et des souches,

Environ

13 000

analyses de sol issues de diverses bases de données ont été nécessaires pour élaborer le diagnostic de sensibilité à l'export d'éléments nutritifs dans le cadre du projet INSENSÉ.

ces outils devront élargir leur périmètre à d'autres pratiques de gestion forestière. L'élaboration et l'évolution de tels outils reposent sur la mise en place de sites expérimentaux adaptés, sur

des suivis de longue durée et sur la mutualisation des informations acquises. En ce sens, la base de

données nationale sur les sols DONESOL opérée par le Groupement d'Intérêt Scientifique

Sol (www.gissol.fr) constitue un support essentiel pour la capitalisation des données. ■

FAVORISER LE RETOUR DES CENDRES EN FORÊT : UNE PISTE À EXPLORER

Les cendres issues de la combustion de la biomasse dans les installations industrielles et collectives présentent des concentrations non négligeables en éléments nutritifs comme le calcium, le magnésium, le potassium et le phosphore. Ce dernier nutriment fait l'objet d'une forte tension en matière d'approvisionnement de matières fertilisantes. L'utilisation des cendres pour fertiliser les sols agricoles se développe. En forêt, leur emploi comme amendement minéral pourrait revêtir un intérêt particulier dans un cadre de gestion circulaire de ce déchet fatal de combustion et de pratiques de restauration de la fertilité chimique. Cet usage s'accompagne d'un contrôle des concentrations en métaux lourds en deçà des seuils établis pour la protection de l'environnement (sol, eau, biodiversité) et le raisonnement des apports (quantité, un à deux apports au maximum sur une révolution). Néanmoins, les freins à lever sont nombreux, d'ordre réglementaire, technique et économique mais aussi en termes d'acceptabilité sociale, et nécessitent encore des travaux de R&D.

Le projet RESPIRE¹ piloté par INRAe s'est particulièrement intéressé au potentiel et impacts de la remédiation par épandage de cendres en compensation de récoltes de bois-énergie. Des expériences réalisées en laboratoire ont montré une absence



© Pôle RDI Complègne, ONF

de migration des métaux lourds dans les solutions d'un sol acide et à des doses d'apport déjà élevées de 6 t/ha, ainsi que la restauration de certains potentiels chimiques du sol, corroborant des résultats déjà acquis. Des premières simulations économiques d'itinéraires complets de peuplements composés de hêtres, de chênes, avec différentes modalités de récolte de bois énergie et d'apports de cendres ont été réalisées. Dans les conditions actuelles de prix de vente du bois énergie, les résultats indiquent le peu d'intérêt économique des récoltes de menus bois, incluant une compensation éventuelle par les cendres qui maintiendrait la productivité des peuplements. La chaîne de préparation des cendres pour un usage forestier, leur traçabilité, le coût de leur épandage, supérieur au consentement à payer par les forestiers interrogés dans l'enquête RESPIRE, sont aussi des facteurs à prendre en compte pour permettre le développement de cette pratique.

1. Projet RESPIRE, Récolte des menus bois en forêt, co-financé par l'ADEME dans le cadre de l'appel à projets de recherche REACTIF « Recherche sur l'atténuation du changement climatique par l'agriculture et la Forêt ». Partenaires : INRAe, ONF, Université de Rouen-Normandie, FCBA, Université de Lorraine, GCF

PROJET TAMOBIOM, place à la co-construction

De la théorie à la pratique, ou plutôt à la prise en main progressive des outils pour faire évoluer les méthodes de récolte : tel est l'objectif du projet TAMOBIOM. Deux régions métropolitaines sont pilotes pour établir les clés de détermination en fonction de chaque type de peuplement et de la pression sur les sols et sur la biodiversité. Les enseignements pourront bénéficier à tous les professionnels forestiers dès 2022.



Le projet TAMOBIOM mobilise les professionnels pour trouver de nouvelles modalités de récolte adaptées aux différents chantiers de coupe.

Les recommandations émanant des projets GERBOISE et INSENSÉ sur la récolte durable de menus bois visent la préservation des sols forestiers et de la biodiversité. Le bon compromis émerge grâce à une approche socio-économique des enjeux environnementaux en identifiant les freins et leviers. C'est la raison pour laquelle les professionnels sont bien au centre du projet TAMOBIOM, qui s'appuie sur huit organisations professionnelles¹.

LA RÉCOLTE DURABLE EXPÉRIMENTÉE EN CHAMPAGNE-ARDENNE ET NOUVELLE-AQUITAINE

TAMOBIOM a été lancé début 2019 sur deux régions pilotes : la Champagne-Ardenne et la Nouvelle-Aquitaine avec un focus sur les forêts du Limousin et des

PRATIQUES À L'ESSAI POUR LA RÉTENTION ET L'ABANDON DE MENUS BOIS

- Abandon dans la parcelle d'un houppier sur deux, trois ou quatre
- Augmentation du temps de ressuyage sur parcelle entre abattage et débardage
- Ébranchage et écorçage partiels
- Ouverture de cloisonnements combinée à une éclaircie des bandes boisées laissant plus de menus bois
- Coups de cisaille ou de tronçonneuse supplémentaires dans les houppiers façonnés à la machine

Landes. Dans ce cadre, chacun doit pouvoir s'approprier progressivement les nouveaux outils avec un accompagnement adapté. Car l'objectif du projet est bien de formaliser des pratiques de récolte économiquement viables et compatibles avec la gestion durable de la fertilité des sols. Des modalités d'abandon de menus bois (voir encadré) sur les différents chantiers

de coupe sont expérimentées en lien avec les machines forestières classiquement employées pour produire les plaquettes forestières. Les recommandations opérationnelles de récolte durable intégrant les deux déclinaisons régionales devraient être finalisées en 2022. Cette démarche de partenariat pourra être répliquée dans d'autres massifs forestiers. **I**

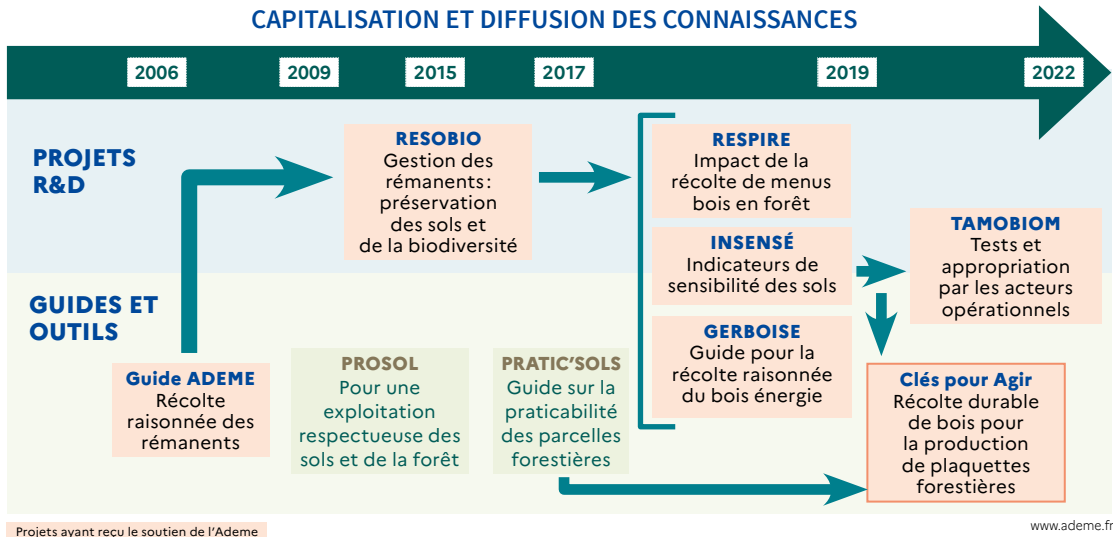
1. Projet TAMOBIOM : Tests et appropriation par les acteurs opérationnels de nouveaux modèles technico-économiques pour une récolte durable de biomasse forestière, co-financé par l'ADEME dans le cadre de l'appel à projets de recherche GRAINE « Gérer, produire et valoriser les biomasses : une bioéconomie au service de la transition écologique ». Partenaires : FCBA, INRAE, ONF, GCF, GIP ECOFOR.

POUR ALLER PLUS LOIN

Guides et projets clés

Les principaux projets de recherche et guides pratiques qui ont alimenté la réalisation de cette brochure sont présentés ci-dessous. Pour tout connaître sur les outils de diagnostic et les recommandations rapidement présentés dans ce guide, nous vous invitons à les consulter.

CAPITALISATION ET DIFFUSION DES CONNAISSANCES



www.ademe.fr

- Projets ayant reçu le soutien de l'Ademe
- Guide *La récolte raisonnée des rémanents*. FCBA, INRAe, CNPF, UCFP
 - *PROSOL Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt*. ONF, FCBA
 - *RESOBIO Gestion des rémanents forestiers : préservation des sols et de la biodiversité*. GIP ECOFOR, INRAe, ONF, IRSTEA, FCBA
 - *PRATIC'SOLS Guide sur la praticabilité des parcelles forestières*. ONF, FNEDT
 - *INSENSÉ Indicateurs de sensibilité des écosystèmes forestiers soumis à une récolte accrue de biomasse*. INRAe, ONF, AgroParisTech
 - *RESPIRE Récolte des menus bois en forêt – Potentiel, impact, indicateurs et remédiation par épandage de cendres de bois*. INRAe, ONF, Université Rouen-Normandie, FCBA, Université de Lorraine, GCF
 - *GERBOISE Gestion raisonnée de la récolte de bois énergie*. GIP ECOFOR, INRAe, IRSTEA, ONF, FCBA, GCF
 - *TAMOBIO Tests et appropriation par les acteurs opérationnels de nouveaux modèles technico-économiques pour une récolte durable de biomasse forestière*. FCBA, INRAe, ONF, GCF, GIP ECOFOR.

Références

Sources pour identifier les statuts de protection de biodiversité (p. 26)

Le portail de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) publie des données en la matière à l'échelle de la France. Le site internet de l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) offre une recherche plus précise par commune. Enfin, les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) ainsi que les

directions départementales des territoires (DDT) et l'Office français pour la Biodiversité, peuvent également être contactés.

En forêt privée, le portail LaForêtBouge permet à tout propriétaire de connaître les zonages sur sa forêt. Il peut en informer les prestataires qui opèrent sur sa forêt via la plateforme web.

Bibliographie

- Fiquepron J. (coord.), Charnet F. (coord.), 2020, *Au cœur des sols forestiers, préserver leur fertilité, Forêt entreprise* n° 252, pp. 18-49
- Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière, 2017, M. Gosselin et Y. Paillet, éditions Quae
- Le sol forestier : élément clé pour le choix des essences et la gestion durable, 2017, CNPF

REMERCIEMENTS ET MENTIONS

Membres du Comité de pilotage

ADEME: Miriam BUITRAGO,
Alba DEPARTE,
Thomas EGLIN,
Émilie MACHEFAUX,
Jérôme MOUSSET
CIBE: Clarisse FISCHER
CNPF: Julien FIQUEPRON,
Éric SEVRIN
FCBA: Morgan VUILLERMOZ
FNE: Sarah KHATIB
FNEDT: Aldric DE SAINT PALAIS
GCF: Emmanuel CACOT,
Jonathan GRENIER,
Lucas SCHREPFER
GIP ECOFOR: Guy LANDMANN

INRAE: Laurent AUGUSTO,
Marion GOSSELIN
OFB: Bénédicte AUGÉARD,
ONF: Emila AKROUME
Christine DELEUZE,
Brigitte PILARD LANDEAU,
Didier PISCHEDDA,
Noémie POUSSE,
Claudine RICHTER
**Ministère de l'Agriculture et de
l'Alimentation:** Pauline CAZES,
Elisabeth VAN DE MAELE
**Ministère de la Transition
écologique et solidaire:**
Michel DUHALDE,
Elisabeth PAGNAC FABIAZ,
Marie-Christine SALMONA
SER: Johanna FLAJOLLET MILLAN

FNB: Caroline BERWICK
PEFC: Geoffroy DHIER
UCFF: Tammouz Eñaut HELOU

Professionnels sollicités

Laurent BISSONNIER
(Sylva-Forêt), Damien FRANCOIS
(Forêts et Bois de l'Est),
Vincent GUITTON
(Entreprise Guitton),
Armelle NOÉ (ONF)

GUIDE PRATIQUE RÉALISÉ PAR
TERRE-ÉCOS POUR LE COMPTE
DE L'ADEME

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME, l'Agence de la transition écologique, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines, énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols, etc. nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

Les collections de l'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur:

Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leurs savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert:

Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent:

Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur: Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir:

Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



CLÉS POUR AGIR

Récolte durable de bois pour la production de plaquettes forestières

Élaboré avec des représentants des professionnels forestiers et des filières bois, du monde académique ainsi que des associations environnementales, ce guide aborde les différents enjeux et recommandations pour une récolte durable de bois destinée à la production de plaquettes forestières. Il présente des outils d'aide à la décision opérationnels. Un focus est réalisé sur les bonnes pratiques qui ont pour objectif de maintenir la fertilité chimique et l'intégrité physique des sols, de conserver des habitats pour la biodiversité, de préserver les zones humides et les cours d'eau.

« Professionnels impliqués dans la récolte de bois pour la production de plaquettes forestières : ce guide a été élaboré pour vous. Il vous propose un éclairage sur les enjeux de la préservation des sols et de la biodiversité nécessaires à la pérennité de vos activités. Il présente des outils de diagnostics à votre portée pour agir dans le bon sens. Il vous offre également une sélection de cinq bonnes pratiques opérationnelles à mettre en place. N'hésitez pas à les appliquer et à les partager ! »



UCFF
Les Coopératives Forestières



www.ademe.fr

010985



9 791029 714481