



AIDONS NOS FORÊTS À  
FIXER PLUS DE CARBONE

- RECOMMANDATIONS SYLVICOLES -



# sommaire



Introduction	5
Le réseau de parcelles	6
Les mesures et les résultats	8
Catalogue des données	10
<b>Les impacts des choix sylvicoles</b>	<b>13</b>
Recommandation n°1 • <b>Observer</b>	<b>14</b>
Recommandation n°2 • <b>Laisser vieillir</b>	<b>15</b>
Recommandation n°3 • <b>Miser sur la diversité naturelle</b>	<b>18</b>
Recommandation n°4 • <b>Récolter en douceur</b>	<b>20</b>
Recommandation n°5 • <b>Prendre soin des sols</b>	<b>21</b>
Recommandation n°6 • <b>Accepter la mortalité</b>	<b>22</b>

**L'Association Sylvestre GDF 09** est un espace d'échange de connaissances et de savoir-faire qui réunit des passionnés de la forêt, simples citoyens ou propriétaires pratiquant une sylviculture durable, souvent en futaie irrégulière et respectueuse des écosystèmes forestiers.

**Parler de sylviculture durable, c'est aussi aborder le rôle des forêts dans la capture du carbone atmosphérique et son stockage dans le bois. Quelles interventions faut-il mettre en place ? Quelles pratiques faut-il changer ?**

Ce sont des questions que se posent souvent les propriétaires et les gestionnaires de forêts, et qui intéressent aussi tous les citoyens dans le contexte du changement climatique.



# peut-on aider les forêts que nous gérons à fixer plus de carbone ?

---

L'augmentation de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère liée aux activités humaines est la principale cause du réchauffement climatique.

Les forêts captent le CO<sub>2</sub> atmosphérique et en stockent le carbone dans le bois et dans le sol. Elles font partie des principaux puits de carbone sur la Terre. Elles sont donc une des solutions pour atténuer le changement climatique, avant que celui-ci ne les affecte, ne nous affecte, irrémédiablement.<sup>1</sup>

Comment mettre en place une stratégie carbone dans nos forêts, si l'on souhaite aussi répondre à un besoin de production de bois ?

---

5

C'est pour contribuer à la réflexion sur ces questions et accompagner les forestiers dans leurs choix de gestion, que le Groupement de Développement Forestier Sylvestre 09 a réalisé ce guide. Il se veut être un outil d'aide à la décision « carbone », scientifiquement éprouvé et validé par nos références de terrain dans les Pyrénées Ariégeoises.

En complément de ce guide, un rapport scientifique, ainsi qu'un commentaire sylvicole détaillé, sont disponibles sur le site internet de Sylvestre GDF 09  
[www.sylvestre09.org](http://www.sylvestre09.org)

<sup>1</sup>. Lors du Forum des Nations Unies sur les forêts (FNUF) 2021, M. Gustavo Fonseca, Directeur des programmes du Fonds pour l'environnement mondial (FEM) a déclaré « cette décennie est notre dernière chance pour assurer la survie de la planète Terre ».



# le réseau de parcelles

L'association Sylvestre 09 anime un réseau de parcelles de référence sylvicole, dans le périmètre du Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariègeoises, en partenariat avec le Centre National de la Propriété Forestière (CNPF) d'Occitanie.

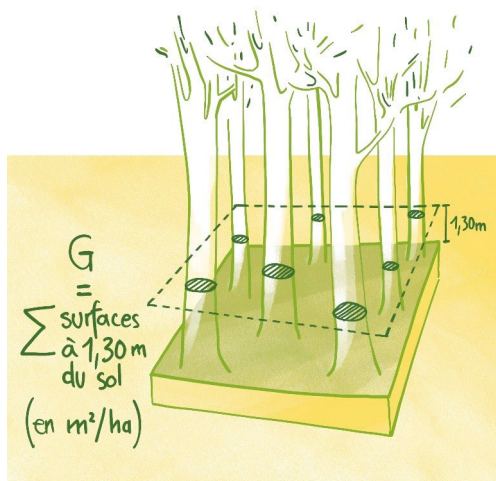
Ce réseau de forêts témoins a été mis en place pour aider les propriétaires dans leurs choix de sylviculture et de valorisation de leur patrimoine. Les forêts du réseau ont été initialement choisies parce qu'elles sont gérées par leurs propriétaires dans l'objectif principal de produire du bois de qualité, c'est à dire du bois d'œuvre.

Majoritairement situées dans la forêt privée, mais aussi dans quelques forêts de collectivités, elles illustrent diverses possibilités d'intervention dans des peuplements variés en stations, essences, âges et étendues.

Ce qui est relevé sur les placettes de chaque parcelle du réseau :

- données dendrométriques sur les arbres précomptables<sup>2</sup> : essence, diamètre, hauteur, qualité technologique ;
- données écologiques sur ces mêmes arbres : singularités individuelles favorables à la biodiversité (micro-habitats) ;
- données relatives à la placette : présence de bois mort, de semis et de tiges de faible diamètre, mesure de la surface terrière.

6



## LE SAVIEZ-VOUS ?

La surface terrière  $G$  est un indicateur de la quantité de bois sur pied dans la forêt, et peut être mesurée simplement à l'aide d'une jauge d'angle.<sup>3</sup> Dans des forêts avec des hauteurs comparables, comme c'est le cas pour les forêts de notre réseau, et pour une essence donnée, la surface terrière est une mesure simple qui reflète la quantité de carbone stockée dans le peuplement.

2. Dans notre cas, et selon le vocabulaire forestier, les arbres précomptables sont ceux dont le diamètre à hauteur d'homme est supérieur à 17,5 cm.

3. Pour plus d'informations sur le principe relascopique, voir le cours en ligne de Jean-Yves Massenet.



VISITER LE RÉSEAU DE PARCELLES DE RÉFÉRENCE SYLVICOLE  
 Sylvestre GDF 09 organise des bois-école pour présenter des forêts de ce réseau de référence. Pour plus d'informations, consultez l'agenda sur le site internet [www.sylvestre09.org](http://www.sylvestre09.org)

# les mesures et les résultats

---

Le réseau de parcelles de référence sylvicole a fait l'objet de mesures et d'observations répétées depuis 2012 sur des périodes de 4 à 7 ans. Ces mesures nous permettent aujourd'hui d'évaluer le stock de carbone présent dans le bois des 25 parcelles différentes, ainsi que sa variation entre deux campagnes de mesures.<sup>4</sup>

**C'est sur la diversité des résultats et de l'analyse qui peut en être faite que se fondent les recommandations sylvicoles de ce guide.**

Avec l'aide des éléments statistiques disponibles dans la littérature spécialisée, les dimensions recueillies sur chaque arbre précomptable de chaque placette de mesure permettent d'estimer son volume total (volume aérien + racinaire). La densité du bois des différentes essences, appliquée au volume de ce bois, permet de calculer sa masse sèche, donc la masse de carbone qu'il contient (le bois est composé d'environ 50 % de carbone en masse anhydre quelle que soit l'essence). Les résultats peuvent ensuite être ramenés à l'hectare en admettant que la population d'arbres des placettes est représentative de la parcelle. On peut donc estimer **les quantités initiales et finales de carbone (C1 et C2)** présentes dans les parcelles, par hectare.

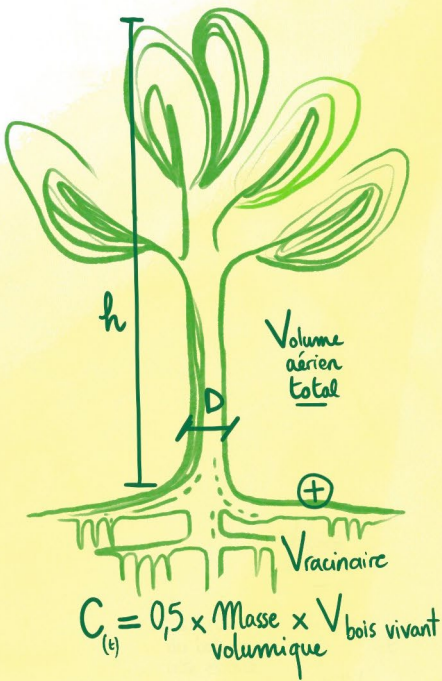
Parmi les arbres des placettes, la croissance de ceux qui restent en place tout au long de la période d'observation est indicatrice de la productivité biologique du peuplement et de sa capacité à capturer le CO<sub>2</sub> atmosphérique et à stocker le carbone. Cette croissance mesurée nous permet de déterminer un indicateur annualisé de croissance ligneuse et de capture de carbone (Ic) valable sur la période d'observation.

On peut ainsi estimer **la productivité théorique de la parcelle (Pt)** : la masse de carbone qui serait emmagasinée en moyenne par hectare chaque année durant cette période, en l'absence de récolte et de mortalité. Cette productivité théorique traduit la capacité du peuplement forestier à augmenter son « capital carbone » année après année.

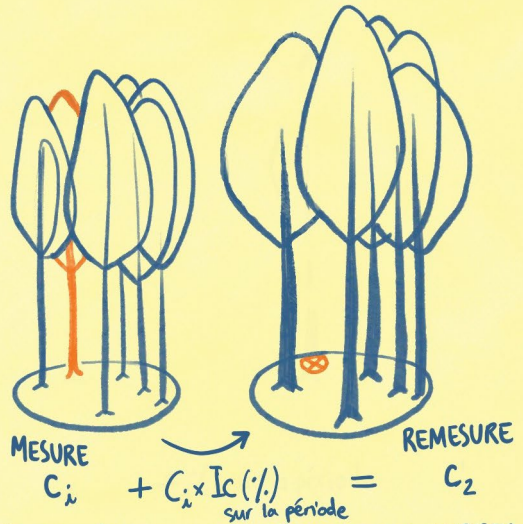
Enfin, **le « manque à capter »** est la différence entre la variation réelle du tonnage carbone présent en début et en fin de période (C2 – C1), et celle calculée à partir de la productivité théorique (Durée de la période x Pt). C'est une valeur qui traduit l'impact de la mortalité naturelle et des récoltes sur la capacité de fixation du carbone dans la parcelle.

**4. Par défaut on suppose invariables les stocks des compartiments bois mort, litière et sols.**





① LA QUANTITÉ DE CARBONE  
contenue dans chaque arbre mesuré



② L'INDICATEUR DE CROISSANCE DES ARBRES  
et de capture carbone moyen, mesuré  
sur la placette et représentatif pour 1 ha.

⚠ ne sont pris en compte que les arbres mesurés  
au début et à la fin! (en bleu)

③ LA PRODUCTIVITÉ THÉORIQUE  
du peuplement avec son volume initial  
exprimée en tonne/hectare/an

$$P_t = I_c \times C_1$$

$I_c$  (2) : l'indicateur de croissance représentatif  
 $C_1$  (1) : la quantité de carbone initiale sur un hectare

Pour plus d'explications sur les modes de calcul et éléments statistiques utilisés, vous pouvez consulter le rapport scientifique disponible sur le site internet

[www.sylvestre09.org](http://www.sylvestre09.org)

# le catalogue de données constatées et calculées

Nom et n° du dispositif	Type	Intervalle entre les mesures	Productivité théorique annuelle $P_t$ (t/ha/an)	Quantité initiale de carbone $C_1$ (t/ha)	Quantité finale de carbone* $C_2$ (t/ha)
5 - Bousquet	chênaie	7 ans	+ 1,2	36	43
11 - Bacquié	châtaigneraie	9 ans	+ 1,9	90	86
3 - Cabosse	chênaie	9 ans	+ 2,1	76	93
8 - Rabat	hêtraie	7 ans	+ 2,5	107	82
12 - Sébeille	châtaigneraie	8 ans	+ 2,7	82	104
16 - Rimont	accrue	7 ans	+ 2,8	106	116
18 - Bousсенac	sapinière	7 ans	+ 2,9	159	122
2 - Pastegras	chênaie	7 ans	+ 3,1	45	70
9 - Cravives	hêtraie	8 ans	+ 3,3	92	109
17 - Las ribes	sapinière	5 ans	+ 3,6	86	82
4 - Barrals (chênes)	chênaie	9 ans	+ 3,7	63	93
7 - Montcoustan	hêtraie	8 ans	+ 3,9	84	114
23 - Las Poumes	plantation	8 ans	+ 4,0	34	71
26 - Le chartas	chênaie	6 ans	+ 4,1	109	96
10 - La besseto-témoin	châtaigneraie	9 ans	+ 4,2	72	110
1 - Goudou	chênaie	8 ans	+ 4,3	117	56
14 - Sibada	accrue	8 ans	+ 4,6	108	115
6 - Plagnoulas	chênaie	9 ans	+ 5,0	113	64
20 - Marterat	plantation	9 ans	+ 5,9	30	47
24 - Barnal	plantation	10 ans	+ 6,0	88	101
27 - Couret	chênaie	4 ans	+ 6,4	202	166
13 - Barrals (feuillus)	accrue	8 ans	+ 6,5	156	192
21 - Sarradas	plantation	9 ans	+ 7,0	117	138
25 - Boudigas	chênaie	6 ans	+ 8,0	163	153
22 - Las fittes de naout	plantation	9 ans	+ 9,0	165 t	209 t

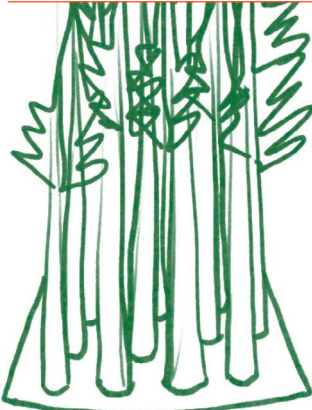
\* Hors « passage à la futaie ».

\*\* Dans le vocabulaire forestier, les tiges qui ont dépassé le diamètre de 17,5 cm dans l'intervalle de temps entre deux mesures constituent le passage à la futaie.

\*\*\* Stock de carbone manquant par rapport au cas théorique d'absence de récolte et de mortalité.

Surface terrière initiale $G_1$ (m <sup>2</sup> /ha)	Surface terrière finale $G_2$ (m <sup>2</sup> /ha)	Passage à la futaie** Pf (t/ha)	Manque à capter sur la période*** (t/ha)	Observations
8	9	+ 8	- 1	récolte extrême (1980)
27	26	+ 9	- 22	taillis vieilli en amélioration
16	19	+ 1	- 2	forte récolte antérieure
25	18	+ 3	- 43	prélèvement 35 %
27	33	+ 2	0	taillis vieilli + forte récolte antérieure
28	29	+ 4	- 10	un peu de mortalité (pionniers)
40	31	+ 2	- 58	prélèvement 30 %
12	16	+ 3	0	recru après échec d'une plantation
20	23	+ 1	0	mélange chêne-hêtre
26	24	+ 7	- 37	mortalité sans récolte (45%)
13	18	+ 2	0	forte récolte antérieure
21	27	+ 6	- 1	récolte antérieure limitée
14	25	+ 30	0	sapinière dynamique
22	19	0	- 38	prélèvement 35 %
23	31	+ 54	0	jeune taillis
26	11	0	- 98	très forte récolte 85 %
24	24	+ 3	- 29	faibles prélèvements
20	11	0	- 94	très forte récolte 85 %
9	11	+ 29	- 37	chêne rouge, éclaircie
27	27	+ 7	- 47	douglas, faibles prélèvements
36	29	+ 2	- 61	prélèvement 30 %
32	37	+ 5	- 16	un peu de mortalité (pionniers)
39	40	0	- 42	pin laricio, faibles prélèvements
31	28	+ 4	- 58	prélèvement 35 %
42	47	0	- 37	douglas, faibles prélèvements

# les parcelles qui ont capté le plus et celles qui ont capté le moins



PLANTATION DE DOUGLAS DE  
LAS FITTES DE NAOUS

$$C_i = 165 \text{ t/ha} \quad G_i = 42 \text{ m}^3/\text{ha} \quad P_E = +9 \text{ t/ha/an}$$

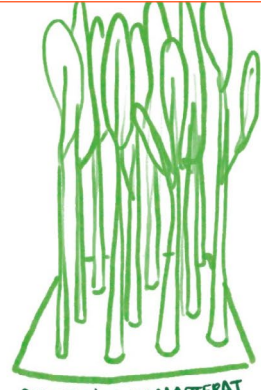
UN VOLUME INITIAL TRÈS FORT  
SUR UN SOL PROFOND



CHÊNAIE DE BOUDIGAS

$$C_i = 163 \text{ t/ha} \quad G_i = 31 \text{ m}^3/\text{ha} \quad P_E = +8 \text{ t/ha/an}$$

UN VOLUME INITIAL TRÈS FORT  
SUR UN SOL PROFOND



PLANTATION DE MARTERAT  
DE CHÊNES ROUGES

$$C_i = 304 \text{ t/ha} \quad G_i = 9 \text{ m}^3/\text{ha} \quad P_E = +5,9 \text{ t/ha/an}$$

UN PEUPEMENT JEUNE  
D'UNE ESSENCE À CROISSANCE RAPIDE  
SUR UN SOL PROFOND

12



CHÊNAIE DE BOUSQUET

$$C_i = 36 \text{ t/ha} \quad G_i = 8 \text{ m}^3/\text{ha} \quad P_E = +1,2 \text{ t/ha/an}$$

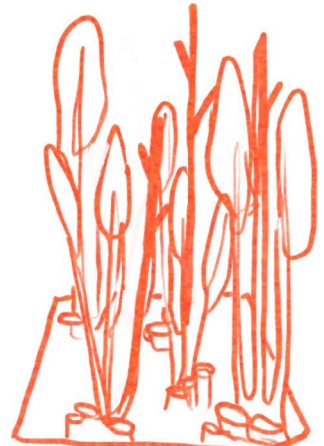
UN VOLUME INITIAL TRÈS FAIBLE  
SUITE À UNE COUPE TRÈS FORTE



HÊTRAIE DE RABAT

$$C_i = 107 \text{ t/ha} \quad G_i = 25 \text{ m}^3/\text{ha} \quad P_E = +2,5 \text{ t/ha/an}$$

DES CONDITIONS STATIONNELLES  
DIFFICILES (+1100 m alt., sol., ...)



CHÂTAIGNERAIE DE BACQUIÉ

$$C_i = 90 \text{ t/ha} \quad G_i = 21 \text{ m}^3/\text{ha} \quad P_E = +1,9 \text{ t/ha/an}$$

UN TAILLIS VIEILLISSANT  
SUITE À DES COUPES RÉPÉTÉES

# les impacts des choix sylvicoles

---

Le réseau de placettes étudié n'a pas vocation à être représentatif de toutes les stations forestières des Pyrénées ariégeoises ni des modes de gestion. Pour autant, les mesures sur ces 25 peuplements font déjà ressortir des capacités très diverses des forêts à capter du carbone.

Leur productivité théorique varie de 1 à 9 tonnes de carbone<sup>5</sup> fixées par hectare et par an. Si les conditions propres au milieu forestier jouent évidemment un rôle (sol, essences, précipitations, ensoleillement, altitude, etc.), les choix de gestion sylvicole ont aussi un impact certain.

**Ce constat nous a conduit à proposer 6 recommandations sylvicoles pour aider les propriétaires qui souhaitent optimiser la capture de CO<sub>2</sub> et le stockage du carbone dans leurs forêts à adapter leur choix de gestion en ce sens.**

---

13

Quelle que soit la sylviculture menée, toute récolte de bois diminue inévitablement le stock de carbone forestier et la capacité du peuplement à fixer du carbone. Les arbres coupés ne jouent plus leur rôle de capture de CO<sub>2</sub>. **Il en résulte un « manque à capter ».**

Certes, les arbres que l'on abat sont, en règle générale, remplacés par de jeunes arbres. Certes, dans le cas d'une éclaircie, la croissance des arbres laissés en forêt peut être favorisée. Mais il faut compter plusieurs dizaines d'années, le siècle parfois, avant que le stock de carbone initial ne soit reconstitué... et attendre plus longtemps encore avant que le stock que l'on aurait fini par accumuler en l'absence de coupe soit égalé par le peuplement renouvelé, naturellement ou par plantation.

Or les échéances climatiques sont plus proches que jamais : l'objectif mondial d'émission nette est de 0 pour 2050 ! Nous devons rapidement diminuer nos émissions, et augmenter le stockage durable de carbone.

**5. En 2018, l'empreinte carbone annuelle par habitant était en France de 3 tonnes de carbone (soit 11 tonnes de CO<sub>2</sub>), tous gaz à effet de serre cumulés, émissions importées comprises.**



# recommandation n°1

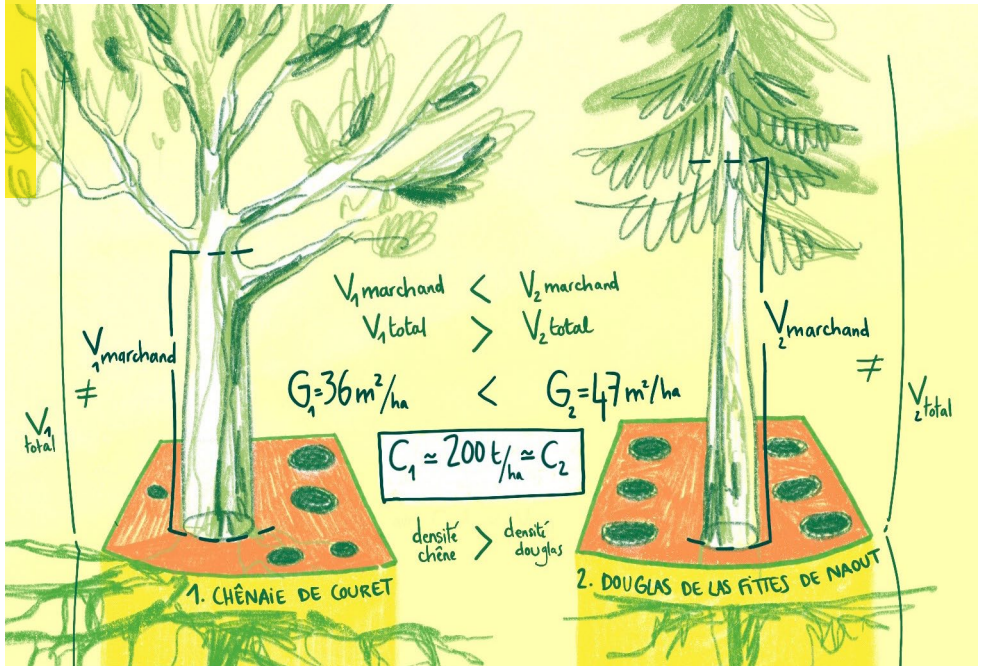
## observer

L'observation est notre seul outil fiable pour ajuster au mieux nos interventions en forêt. Avant d'intervenir, il s'agit de bien comprendre les particularités de la forêt et son fonctionnement. L'observation spécifique d'un peuplement doit primer sur les normes et les volumes objectifs qui sont dictés à l'échelle nationale en fonction de chaque essence. Il s'agit aussi d'évaluer en continu l'impact de nos opérations, en restant ouvert et à l'écoute.

- estimer le volume sur pied total (et pas uniquement « marchand ») pour pouvoir chiffrer la quantité de carbone stockée ;
- évaluer la productivité de la parcelle, donc la fixation de carbone qu'elle assure ;
- observer les dynamiques de l'écosystème dans son ensemble, et des arbres individuellement.

**Attention ! Mesurer uniquement le volume marchand d'un peuplement ne permet pas d'estimer son stock de carbone.**

Par exemple, les stocks de carbone par hectare dans la chênaie de Couret (mesure initiale) et dans la plantation de douglas de Las Fittes de Naout (mesure finale), sont pratiquement les mêmes alors que les surfaces terrières ainsi que les volumes (marchand et total) sont nettement différents. Le volume de bois par hectare dans la chênaie est supérieur à celui de la plantation de douglas, avec une densité de bois supérieure.



# recommandation n°2

## laisser vieillir

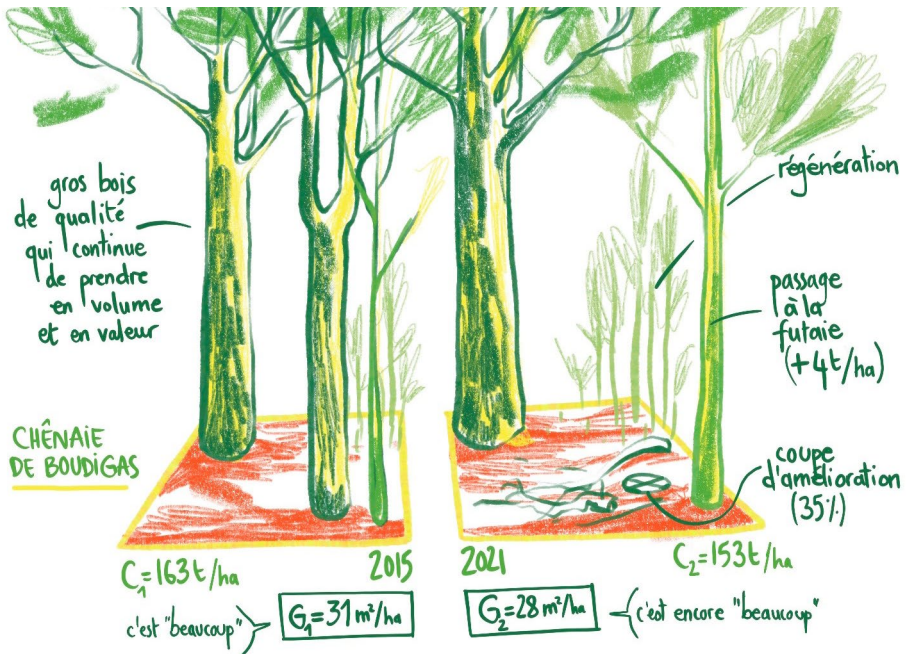
À l'inverse de la tendance actuelle à récolter plus et à diminuer les diamètres d'exploitabilité, nous recommandons un accroissement progressif du volume sur pied dans chaque massif forestier, avec un prélèvement inférieur à l'accroissement naturel. Cette stratégie assure la continuité de fonctionnement du puits de carbone qu'est la forêt sur pied. Elle nous laisse le temps de juger au cas par cas si l'on a atteint un équilibre biologique de ce système vivant, permettant, en continu, son renouvellement et sa pérennité.

Laisser vieillir les arbres, c'est aussi une option pour redonner du sens aux métiers de la forêt et du bois en faisant le pari de la qualité du bois récolté, et de sa valorisation (locale de préférence) plutôt que de la quantité, tout en favorisant des milieux propices à la biodiversité.

- retarder les récoltes, **augmenter les diamètres d'exploitabilité** ;
- maintenir un effectif de gros bois vivants sur pied ;
- préserver des zones en libre évolution.

Dans les 9 chênaies de notre réseau, ce sont celles avec les surfaces terrières les plus importantes qui stockent chaque année le plus de carbone : les chênaies de Couret et de Boudigas. Contrairement à ce à quoi on aurait pu s'attendre avec autant de bois sur pied (d'après les surfaces terrières d'équilibre données dans la littérature), elles ne présentent pourtant pas aujourd'hui de carence de renouvellement.

15



LE SAVIEZ-VOUS ?

# les forêts n'ont pas besoin de nous pour fixer du carbone

**Aujourd'hui, une solution d'atténuation du changement climatique serait de laisser les forêts évoluer librement, sans récolte : ne rien faire.**

En France, près de 80% des forêts ont moins de 100 ans : ce ne sont que des adolescentes. Elles sont pour la plupart issues de la déprise agricole ou des programmes de reboisement financés par l'Etat dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle. Quant aux plus anciennes, leur stock sur pied reste modeste du fait de leur exploitation antérieure et actuelle.

Selon la Revue Forestière Française (2020), sur la dernière décennie, la capture nette annuelle de la forêt métropolitaine française était de 88 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>. En ordre de grandeur, ceci représente environ un quart des émissions totales de CO<sub>2</sub> en France en 2020.

C'est loin d'être négligeable ! Même en cas d'aggravation de la mortalité des arbres, du fait des changements climatiques, ce potentiel de fixation de carbone restera important à court terme.<sup>6</sup>

La capacité maximale de séquestration de carbone par les forêts est loin d'être atteinte : même âgés de plusieurs siècles, les arbres continuent d'absorber du carbone. Pour peu qu'on ne les épuise pas par des récoltes excessives, les forêts françaises peuvent donc stocker bien plus de carbone qu'aujourd'hui dans leur biomasse aérienne et racinaire, dans le bois mort, sans oublier les sols forestiers.

N'oublions pas que les forêts existent depuis des millions d'années : elles ne nous ont pas attendu pour « s'entretenir » et elles ne vont pas s'effondrer si l'humain n'intervient pas. Il n'est pas nécessaire de couper des arbres pour que d'autres (re)poussent.

6. Du Bus de Warnaffe G., Angerand S., 2020, Gestion forestière et changement climatique : une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation.

7. IGN, SPI, Le mémento. inventaire forestier, 2019.

Le bois fort tige est le volume de la tige principale jusqu'à une découpe fin bout de 7,5 cm.

8. Lachat T. et al., Bois mort en forêt, Not.52, Institut fédéral de recherches WSL, 2019.





LA FORÊT MOYENNE  
 AUJOURD'HUI EN FRANCE <sup>1</sup>

180 m<sup>3</sup>/ha de bois fort tige  
 + 20 m<sup>3</sup>/ha de bois mort

LES VIEILLES FORÊTS  
 EN EUROPE

330 m<sup>3</sup>/ha de bois fort tige  
 + 140 m<sup>3</sup>/ha de bois mort <sup>2</sup>  
 + sol!

IMAGINEZ LE POTENTIEL  
 DE CAPTURE ET DE STOCKAGE DU CARBONE

# recommandation n°3

## miser sur la diversité naturelle

Miser sur la diversité naturelle, c'est s'appuyer sur **la résilience des écosystèmes**. Plus une forêt est variée, plus elle est capable de surmonter des chocs en s'appuyant sur son hétérogénéité génétique, structurelle et sur les interactions entre espèces.

Dans les forêts de notre réseau d'observation, des accrues anciennes font aujourd'hui partie des peuplements dont la productivité théorique est la plus élevée et le stock de carbone constaté le plus important. Ces peuplements très diversifiés, qui se sont constitués sans notre intervention et sans investissement, nous donnent confiance dans les ressorts spontanés des écosystèmes.

Des plantations monospécifiques d'essences à croissance rapide sont également parmi les forêts dont la productivité théorique calculée est la plus importante : les chênes rouges à Marterat ou les douglas à Las Fittes de Naous. Pour autant, le manque de diversité de ces écosystèmes simplifiés les rend inévitablement fragiles aux ravageurs et aux aléas climatiques. De plus, leur productivité actuelle est à mettre en regard de l'énergie dépensée pour les planter et les entretenir. Quant aux plantations qui ont pris la place de boisements préexistants, outre le tonnage de CO<sub>2</sub> libéré d'un seul coup lors de la récolte du peuplement antérieur, leur stock actuel de carbone séquestré est à mettre en balance avec le stock que le boisement initial aurait accumulé spontanément s'il n'avait pas été rasé...

18

- **faire avec l'existant** ;
- se limiter, si nécessaire, à des plantations d'enrichissement pour accompagner nos forêts dans l'adaptation au changement climatique en augmentant leur résilience, plutôt que parier sur une transformation radicale et hasardeuse.

### LES FEUILLES DE BARRALS





LE SAVIEZ-VOUS ?

# si on rase tout on se plante

**Raser une forêt revient à casser dans l'immédiat un outil de capture du CO<sub>2</sub> et à déstocker massivement le carbone accumulé dans le sol et le bois, plus ou moins rapidement selon l'usage qui est fait du bois récolté.**

Même les peuplements les moins productifs stockent chaque année un peu plus de carbone. Chercher à les remplacer par des arbres supposés plus performants pour la capture du CO<sub>2</sub> est un pari risqué : dans combien de temps le « manque à capter » de tous les arbres coupés sera-t-il comblé ? quelle proportion du carbone qui était stocké dans le volume total des arbres récoltés sera effectivement stockée dans les produits finaux ? pour combien de temps ? quelle assurance a-t-on de la productivité présumée de nos plantations ?

Une coupe forte, en détruisant le couvert forestier, supprime le **microclimat** qu'il maintenait. Les semis ou les plants sont alors bien plus exposés au stress hydrique, ce qui accentue les risques de dépérissement. Par ailleurs, cette abondance d'énergie lumineuse accélère la décomposition du bois mort et de la litière. Elle provoque aussi un déstockage du carbone du sol – en plus d'une perte de sa fertilité, base de la productivité primaire. Cette évaporation du carbone peut ainsi continuer pendant plusieurs dizaines d'années après la perturbation.



# recommandation n°4

## récolter en douceur

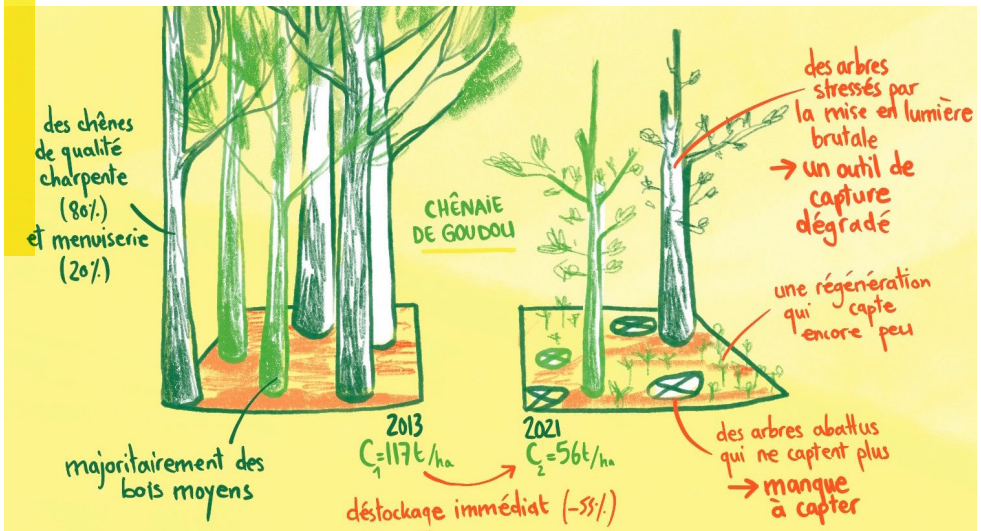
Augmenter la récolte de bois et miser sur des effets de substitution insuffisants et incertains, c'est assumer le fait de réduire le niveau du puits de carbone naturel constitué par la forêt, au moment même où les scientifiques nous alertent sur la nécessité de l'augmenter ou le restaurer rapidement tout en diminuant de façon drastique nos émissions.

À l'inverse, faire des coupes modérées – de telle sorte que le volume prélevé soit vite compensé par l'accroissement naturel, et que le volume sur pied continue d'augmenter à court ou moyen terme – permet un compromis entre la récolte de bois et le stockage de carbone.

- ne pas déstocker plus de 20 % du volume sur pied en une fois, pour **maintenir l'ambiance forestière et limiter le « manque à capter » immédiat** lié à la récolte ;
- observer les réponses naturelles (régénération, croissance des arbres détourés, etc.) après une intervention et ajuster les interventions suivantes ;
- agir en douceur et avec humilité.

La châtaigneraie de Bacqué est un exemple d'une lente transformation d'un taillis vieilli, sur une station peu fertile, vers une forêt plus résiliente et plus productive. Là où il aurait été tentant de classer ce peuplement « en impasse sylvicole » et de faire table rase, des éclaircies faibles et répétées (prélèvement de 25% en deux interventions sur 9 ans) se soldent aujourd'hui par une diversification et un rajeunissement du peuplement. Ce phénomène est révélé par un passage à la futaie significatif de jeunes perches et la présence de semis naturels de frênes, douglas, merisiers, chênes et châtaigniers.

À l'inverse, la chênaie de Goudou est un témoin parmi de nombreux autres des conséquences négatives d'une coupe forte sur le stockage du carbone.



# recommandation n°5

## prendre soin des sols

Un bon état de santé des sols est la base incontournable de la productivité en bois, et donc de la fixation de carbone. L'organisation d'un chantier impose de prendre en compte la texture du sol, la pente et les conditions météorologiques ou saisonnières. Ceci implique un choix adapté des moyens mis en oeuvre pour l'abattage et le débardage afin de **limiter le tassement**, qui dégrade de manière irréversible les sols (réduction du drainage naturel, phénomène d'asphyxie, difficultés de pénétration des racines...).

- utiliser si possible des engins à tonnage réduit et/ou des techniques qui affectent moins les sols (bûcheron à pied, débardage par traction animale, câble-mat, câble court...); limiter strictement la circulation des engins aux voies de débardage définies;
- **ne pas mettre les sols à nu**, ce qui serait source d'érosion, d'émission de CO<sub>2</sub> et de perturbations de la vie du sol;
- **veiller au maintien du cycle des éléments nutritifs**, en laissant en forêt les souches, le bois mort au sol et sur pied et en n'exportant de la forêt que les bois de plus de 10 cm de diamètre (les menus bois sont les plus riches en minéraux).

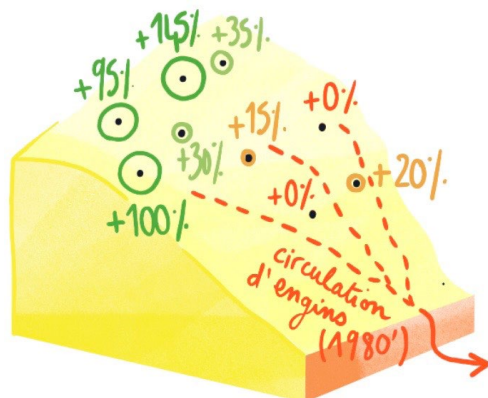
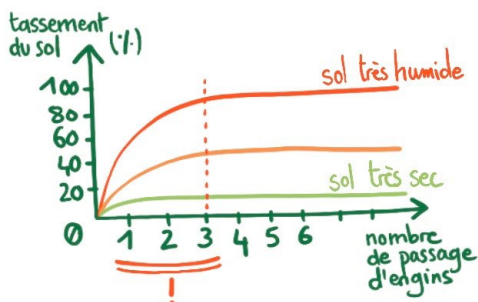
### LE SAVIEZ-VOUS ? 9

Plus de 80% du tassement des horizons de surface a lieu entre le premier et le troisième passage d'engins : mieux vaut donc quelques ornières localisées plutôt que de circuler sur l'ensemble de la parcelle et entraîner un tassement du sol généralisé, bien qu'invisible. Les pressions au sol s'exercent en profondeur (jusqu'à 70 cm), mais aussi latéralement : 80 cm de part et d'autre des roues.

9. Pischedda D., ONF, 2019, Guide pratique pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt « Prosol »

Dans la chênaie du Bousquet, le tassement du sol suite à la circulation d'engins de débardage dans les années 1980, semble impacter l'accroissement des arbres encore aujourd'hui...

ACCROISSEMENT DE LA SURFACE TERRIÈRE ENTRE 2014 ET 2021 AU BOUSQUET



# recommandation n°6

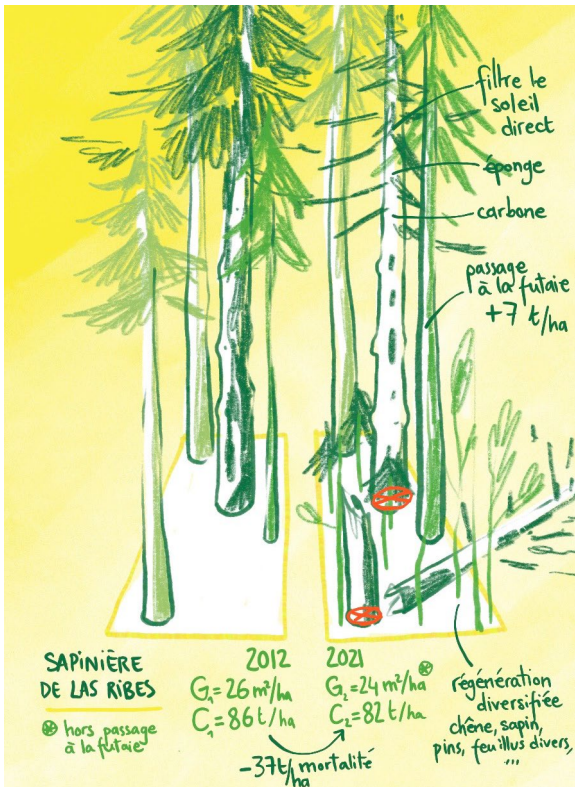
## accepter la mortalité

La mortalité et les chablis nous choquent dans le paysage forestier. Pourtant, dans les accrues anciennes de Rimont et de Barrals, ou dans la sapinière relique de Las Ribes, les mortalités significatives constatées n'ont pas entravé l'accroissement ou le maintien d'un capital carbone, même si elles questionnent sur la continuité ou le renouvellement de l'état boisé à l'échelle de temps relativement courte qui est la nôtre.

- s'abstenir de vouloir récolter à tout prix les bois chablis ;
- laisser du bois mort en forêt ;
- limiter la notion d' « impasse sanitaire » (qui déclenche souvent la décision de coupe rase) à un état de santé critique – à mettre au regard de la présence ou non de régénération naturelle – et surtout pas à des peuplements définis comme « peu productifs », souvent pour une cause stationnelle mais pas sanitaire.

**Las Ribes / Mortalité dans une sapinière de basse altitude, sans récolte sur la période.**

22



### LE SAVIEZ-VOUS ?

Le bois mort laissé en forêt est un stock de carbone non négligeable, et qui le restera bien plus longtemps que s'il est extrait. À l'abri du couvert forestier, le bois mort ne se décompose que lentement et restitue au sol une partie du carbone qu'il contient.

Par ailleurs, il est essentiel au bon fonctionnement de l'écosystème forestier et à sa résilience. Même sans feuillage, l'ombre des bois morts sur pied atténue les effets de la lumière et donc de la chaleur. Gorgés d'eau comme des éponges, les bois morts au sol régulent le taux d'humidité et jouent ainsi un rôle tampon pendant les périodes de sécheresse.

Sans compter que la décomposition du bois mort est essentielle au cycle du sol et à la biodiversité.

LE SAVIEZ-VOUS ?

# là où il y a du carbone il y a de la biodiversité

**Mener une sylviculture de gros bois, conserver du bois mort, des très (très) gros arbres et soigner les sols sont des mesures favorables au maintien et à l'augmentation du stock de carbone en forêt, mais aussi à la biodiversité.<sup>10</sup>**

Le bois mort est une base vitale dont dépend un quart de la biodiversité forestière. D'innombrables espèces saproxyliques s'en nourrissent (coléoptères, champignons) puis sont mangées à leur tour (pics, autres insectes...). Aujourd'hui 40% des espèces inféodées au bois mort sont menacées d'extinction au niveau national comme européen. Ce déclin massif est notamment le reflet des faibles quantités de bois mort laissées dans nos forêts : quand les populations de nombreux coléoptères auraient besoin d'un minimum de 50 m<sup>3</sup>/ha de bois mort <sup>11</sup>, on en trouve moitié moins dans les forêts des Pyrénées.

Des amphibiens, reptiles, petits mammifères, ou des oiseaux comme les chouettes trouvent aussi refuge dans les vieux bois, ici dans une cavité, là dans une fente, ou encore sous une écorce décollée. Toute la diversité des bois, vivants ou morts (stade de décomposition, diamètre, sur pied, au sol) a son importance en accueillant des communautés différentes.

Les très (très) gros arbres vivants sont également les grands absents de nos forêts gérées. En plus de représenter un stock de carbone important et un capteur de CO<sub>2</sub> performant, ils sont indispensables à une biodiversité très spécifique, de la riche symbiose mycorhizienne dans le sol aux micro-habitats multiples qu'ils offrent. Par exemple, on trouve deux fois plus d'espèces de chauve-souris dans une forêt contenant, par hectare, plus de 15 arbres de plus de 70 cm de diamètre que dans la moyenne des forêts françaises.<sup>12</sup>

**10.** Jegu M. Le projet Life BTP OFB, 2022.

**11.** Bouget C. et al. Ancienneté forestière et biodiversité saproxylique, 7<sup>e</sup> congrès du Groupe des Entomologistes Forestiers Francophones, 2013.

**12.** Larrieu et al. Les dendromicrohabitats, éléments clés pour la diversité des espèces forestières, ONF réseau habitat/flore, Luchon, 2017.



LE SAVIEZ-VOUS ?

# utiliser du bois n'est pas *a priori* bon pour le climat

Pour les décideurs politiques, en France et généralement en Europe, toutes les utilisations de la biomasse forestière sont considérées comme « neutres en carbone ».

Ils affirment que l'utilisation du bois a un intérêt climatique, par substitution à des énergies ou des matériaux réputés émetteurs de carbone. **Pourtant, des scientifiques contestent le bien-fondé de cette position, demandant une révision de la comptabilité carbone en vigueur et alertant sur les dangers climatiques d'une augmentation des consommations de bois, notamment dans la filière énergétique industrielle.**

Si la combustion du bois ne prend que quelques minutes pour dégager du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, l'absorption de ce CO<sub>2</sub> par la croissance de nouveaux arbres prend des décennies, avec un déphasage entre les émissions et la réabsorption de ce CO<sub>2</sub> par la forêt : une cinquantaine d'années, dans le meilleur des cas, voire plusieurs siècles. Ce n'est que si l'arbre repoussait instantanément que cette partie du cycle énergétique pourrait être considérée comme neutre en carbone. Il y a donc toujours plus d'émission de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère lorsqu'un arbre est coupé que lorsque ce même arbre reste en place.

**Dans le cas de la combustion du bois, le rejet de CO<sub>2</sub> est total.** Il est en outre nécessaire d'y rajouter le CO<sub>2</sub> émis par l'exploitation, la transformation, le transport...

**Dans le cas des autres utilisations** (charpente, menuiserie, isolation...), où une partie du carbone contenu dans l'arbre est stockée dans les matériaux, il est bien sûr nécessaire de comptabiliser les émissions de CO<sub>2</sub> liées à leur cycle de production (exploitation, transformation, transport...), sans oublier la combustion des produits connexes, valorisés en bois-énergie (houppier et surbille inapte au bois d'œuvre, pertes de sciage...). De la grume de qualité « bois d'œuvre » à la poutre ou au meuble, il est admis que seulement 20% du bois récolté est utilisé en charpente ou menuiserie. Le reste est brûlé ou destiné à la trituration et renvoi à court terme son carbone à l'atmosphère. Ces utilisations du bois ne peuvent donc pas non plus être comptabilisées comme neutres en carbone.

13  
LE DEVENIR DES BOIS  
RÉCOLTÉS EN FRANCE,  
RÉPARTITION PAR PRODUITS



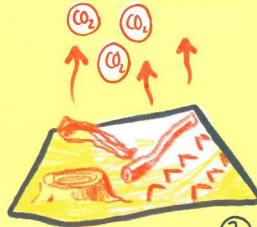
24  
LES ÉMISSIONS LIÉES À LA COMBUSTION  
D'UN M<sup>3</sup> DE BOIS RÉCOLTÉ À CETTE FIN

ÉMISSIONS DE COMBUSTION  
63%  
JE SUIS  
DU  
CARBONE



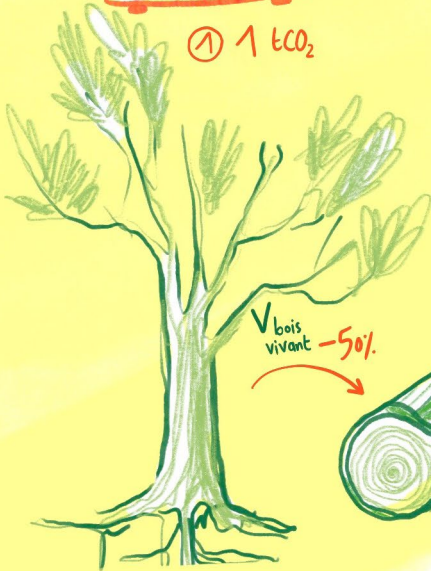
① 1 tCO<sub>2</sub>

ÉMISSIONS EN FORÊT  
APRÈS LA COUPE  
32%



② + ③  
0,58 tCO<sub>2</sub>

ÉMISSIONS AMONT  
(EXPLOITATION, TRANSPORT,  
SÈCHAGE, ... 5%

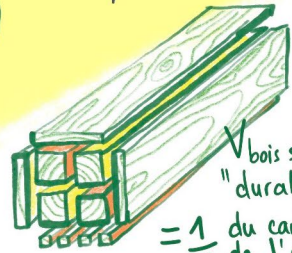


✓ bois  
vivant -5%



✓ grume -60%

14  
LE BOIS D'ŒUVRE,  
DE L'ARBRE À LA PLANCHE



✓ bois scié  
"durable"  
= 1/5  
du carbone  
de l'arbre  
abattu

13. Du Bus de Warnaffe G., *Ibid.* (2020).

14. Ph. Leturcq, Empreinte carbone de la forêt et de l'utilisation de son bois, Revue forestière française, 72 (6), 2020.

# vers une sylviculture prudente

---

Outre les émissions inévitables de CO<sub>2</sub> liées à l'utilisation du bois (énergie ou matériau), décrites page 24, l'émission de CO<sub>2</sub> en forêt après une récolte est non négligeable, voire massive, en particulier en cas de coupe forte : décomposition accélérée des menus bois, purges, souches, racines et effet de la perturbation du sol s'additionnent pour augmenter l'empreinte carbone de l'activité des forestiers.

**Le bois est certes une source d'énergie et de matériaux renouvelable. Mais le renouvellement de cette ressource n'est ni instantané ni automatique. Il requiert une prise en compte, non seulement des capacités effectives de la forêt à se renouveler, variable selon les situations, mais aussi du délai réaliste entre libération du CO<sub>2</sub> (liée à la récolte et à l'utilisation du bois) et recapture par les arbres restés en place ou même plantés par nos soins.**

26

Notre propos **n'est pas** pour autant de proscrire l'exploitation forestière et l'utilisation du bois. Il a des qualités propres qui répondent à des nécessités techniques, économiques, sociales ou sociétales : circuit court, relocalisation des productions et des emplois.

Mais il n'est pas raisonnable de justifier globalement et de promouvoir l'accroissement de l'utilisation de la biomasse forestière par des objectifs d'atténuation du changement climatique.

Les modestes recommandations émises précédemment nous paraissent de simples mesures de précaution pour préserver l'outil de capture du CO<sub>2</sub> et de fixation de carbone que constitue le moindre petit bout de forêt tout en minimisant les émissions inévitables liées à une activité de récolte, même de faible ampleur.

---

# remerciements

L'analyse scientifique ainsi que l'élaboration de ce guide ont pu être réalisées grâce au soutien financier de la Région Occitanie dans le cadre du budget participatif « Ma solution pour le climat ».

Nous remercions également pour leur appui technique essentiel (mesures, bases de données) :

le Parc naturel régional (PNR) des Pyrénées Ariégeoises  
le Centre National de la Propriété Forestière (CNPF) Occitanie  
l'association PROSILVA  
l'Association Futaie Irrégulière (AFI)



**Ce guide a été réalisé par l'association Sylvestre GDF 09.**

**Comité de rédaction :**

François Calvet, Gilbert Guillet, Philippe Leturcq, Gilles Tierle, Bernard Thimonier

**Illustrations et conception graphique :** Hélène Copin

**Avril 2023.**



BUDGET  
PARTICIPATIF  
CITOYEN

MA SOLUTION POUR  
LE CLIMAT !

la région  
citoyenn.fr



ENSEMBLE, ON PEUT  
CHANGER LA DONNE.

