

FORÊT DE MEUDON

biodiversité & exploitation

Quel avenir ?

Jean-Claude Denard
Chaville Environnement
2023





FIGURE 1: CHENE DES MISSIONS DANS LA FORET DE MEUDON.

Octobre 2023

Avant –Propos

Notre association Chaville Environnement a très tôt affiché son intérêt pour respecter la nature et sa biodiversité avec le souci de faire partager ces sujets avec le public jeune et moins jeune. J'ai rencontré Jean-Claude Denard dès 2015 qui a nous a déclaré son amour des arbres et des forêts ! Quoi de plus naturel de focaliser nos actions vers le domaine forestier de la commune de Chaville.

En 2016, nous avons découvert l'existence d'un outil de gestion des forêts développé par des forestiers et des scientifiques, nommé « Indice de Biodiversité potentielle » ou IBP. Aussitôt Jean-Claude a saisi cette opportunité pour l'appliquer aux massifs à proximité. C'est ainsi que notre association a décidé d'engager des stagiaires encadrés par Jean-Claude, avec le soutien financier de la fondation Placoplatre, pour procéder à l'inventaire de la Forêt de Fausses Reposes, publié en 2021, puis celui de la forêt de Meudon, qui est l'objet du présent rapport.

Oui, ce sujet de la biodiversité des forêts intéresse le grand public, adultes et enfants ; j'en veux pour preuve le succès des sorties « IBP » mensuelles lancées par Jean-Claude, menées avec une approche simple, ludique et accessible, succès qui ne s'est pas démenti depuis plus de 5 ans.

La relation entre biodiversité et exploitation du bois est au centre de la réflexion de ce rapport ; Il arrive à un moment crucial, c'est-à-dire à l'heure de l'accélération du réchauffement climatique et de la chute de la biodiversité. La gestion forestière pratiquée par l'Office National des Forêts est remise en question en profondeur pour la première fois, à l'aune d'arguments scientifiques récents, notamment sur les émissions de carbone des arbres sur pied et sur les filières du bois après leur abattage. Les prévisions de températures très élevées menacent la santé et la vie même des arbres, leur capacité à absorber le carbone et leur pouvoir climatiseur en cas de canicule ; C'est bien l'avenir de nos forêts qui est en cause ! Ce rapport montre que le sujet de l'exploitation forestière, qui affecte la biodiversité de ces espaces, n'est pas le pré carré des professionnels de la forêt seuls, mais concerne directement le public ! Vous pourrez maintenant vous faire votre propre opinion par la lecture de ce texte !

Irène Nenner, Présidente de Chaville Environnement

Remerciements

Ce travail, fait dans le cadre de l'association Chaville Environnement, a été soutenu dès le premier jour par Irène Nenner, sa présidente. Quatre stagiaires BTS-GPN¹ (Pablo Audiguier, Fanny Guérineau, Driss Madalena et Malaïka Urie), et une stagiaire de master (Camille Silvestre de Sacy), ont effectué une grosse partie du travail de terrain. Ces deux dernières ont écrit des rapports de stage² allant bien au-delà de la demande des institutions universitaires et qui correspondent bien à la mission que Chaville Environnement leur avait confiée. Ces excellents rapports de stage sont accessibles sur le site de Chaville Environnement. Anaïs Deschamps a aussi contribué en tant que bénévole avant d'animer les sorties mensuelles de ces dernières années qui ont permis à nombre de franciliens de voir la forêt avec de nouveaux yeux.

Merci à Irène Nenner, Pierre Gonin, Philippe Bouchez, Jean-Marc Bourhis, ainsi que Claire Nowak et Michel Béal de l'ONF pour les discussions qui ont aidé à la réalisation de ce rapport. Merci aussi à toutes les personnes qui y ont contribué par leur relecture détaillée : Catherine Suignard, Irène Nenner, Jean-Marc Bourhis, Jean-François Bron, Philippe Bouchez, Nicole Sanouillet, Patrick Sommacal, Sophie Durin, Jean-Aubert Dufaux, Marguerite Korzon et Marie-Odile Granchamp.

Nous sommes redevables à l'ONF pour nous avoir fourni la carte des unités de gestion et des groupes d'aménagement de la forêt de Meudon au format SHP. Nous adressons aussi nos remerciements à Malaïka Urie et Camille Silvestre de Sacy pour leur contribution majeure dans l'infographie consistant à transcrire la base de données via le logiciel QGIS sur les fonds de carte de l'ONF.

La patience de Lucie Duchamp-Vignal et son travail en tant que graphiste ont été remarquables pour la réalisation de cette brochure.

Enfin, une partie de ce travail a été soutenue financièrement par la Fondation Placoplatre, ce qui a été déterminant pour la réussite du projet.

¹ BTS-GPN: Brevet de Technicien Supérieur – Gestion et Protection de la Nature.

² Site web : [Chaville Environnement/publications/dossiers](http://ChavilleEnvironnement/publications/dossiers).

Résumé

Les forêts urbaines, cernées de toutes parts d'une agglomération dense, sont cruciales pour les grandes métropoles : lieu de bien-être et de ressourcement, avec une climatisation naturelle et une valeur paysagère exceptionnelle. La forêt de Meudon avec ses 1086 hectares est une forêt domaniale, emblématique de ces forêts urbaines. Elle est gérée par l'Office National des Forêts (ONF) qui doit concilier trois fonctions de la forêt : exploitation du bois, accueil du public et préservation de la biodiversité. Un consensus désigne la biodiversité comme témoin de la bonne santé des forêts. La présente étude utilise l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Cet indice est une méthode indirecte, intéressante pour sa simplicité et sa relative rapidité de mise en œuvre, par opposition à des méthodes directes que sont les inventaires de faune, de flore ou de champignons. Cette méthode est aussi accessible à des personnes a priori non initiées pour peu qu'elles se forment en quelques séances, grâce à l'action d'une association comme Chaville Environnement qui en a acquis les fondamentaux.

A l'heure de l'accélération des dérèglements climatiques et de la dégradation globale de la biodiversité, l'objectif de la présente étude est en premier lieu d'apprécier si la gestion menée par l'ONF par rapport aux principes de développement durable des forêts, est en mesure de relever ces défis. Ce travail d'inventaire par l'IBP est fondé sur l'observation des arbres et du milieu forestier (7 critères) ainsi que sur des caractéristiques de contexte du massif (3 critères) avec l'aide de stagiaires et de bénévoles de notre association. Les différentes représentations des résultats globaux sur le massif et par parcelle, nous éclairent notamment sur les forces et les faiblesses de la gestion forestière passée.

Le rôle majeur des forêts pour ralentir le réchauffement climatique, est lié à leur capacité à capter le carbone : c'est l'urgence du moment pour le territoire national et au-delà pour la terre entière. Les actions ou les manques d'actions aujourd'hui ont des conséquences qui seront pratiquement impossibles à rattraper demain. Tout le carbone qui n'est pas absorbé par les forêts, accélère le dérèglement climatique qui à son tour menace la capacité des forêts à capter du carbone (sécheresses, canicules, incendies, ...). Nous démontrons l'importance d'établir le bilan carbone de chaque massif en incluant tous les usages de l'exploitation du bois (chauffage au bois, usage du bois pour les constructions et l'industrie) et leurs conséquences néfastes comme la pollution de l'air. C'est le seul moyen d'influencer les politiques publiques en matière de transition écologique et énergétique, souvent porteuses de fortes contradictions.

A l'échelle régionale, ce sont la biodiversité, les cycles de l'eau, la pollution et l'ouverture au public qui revêtent une importance particulière en Île-de-France.

La future gestion de la forêt de Meudon proposée par l'ONF pour « l'aménagement 2021-2040 » est analysée dans la perspective d'une adaptation impérative au changement climatique dans sa trajectoire actuelle de +4°C en 2100. Une

démarche alternative qui remet en cause la doctrine de la multifonctionnalité de la forêt par l'ONF est proposée, avec le souhait qu'un dialogue constructif s'instaure entre les citoyens, les associations, les professionnels, les gestionnaires de forêts et les pouvoirs publics. Son objectif est de rechercher un consensus indispensable sur des solutions capables de :

- Renforcer la capacité d'accueil de la biodiversité de la forêt de Meudon
- Assurer sa pérennité en tant qu'écosystème forestier menacé
- Ne pas dégrader son précieux puits de carbone pour atténuer le changement climatique
- Continuer à contribuer au bien-être et à la santé des franciliens qui sont très nombreux à la fréquenter.



FIGURE 2 : FORET DE MEUDON, ELLE EST ENTOURÉE DE TOUTES PARTS PAR L'AGGLOMERATION DU SUD-OUEST PARISIEN ET COUPEE PAR DE NOMBREUSES ROUTES.

Table des matières

Remerciements	5
Résumé	7
1 - Introduction	13
2 - La biodiversité	17
3 - L'IBP et ses liens avec la biodiversité réelle	21
3.1 Validité de l'IBP pour un suivi à long terme	22
3.2 Les dix facteurs clés de l'IBP	22
4 - Forêt de Meudon	36
5 - Protocole des relevés	41
6 - Résultats des campagnes de mesures	43
6.1 Base de données	43
6.2 Représentation des données brutes à l'échelle du massif	44
6.2.1 Histogramme des scores	44
6.2.2 Cartographie codée par couleurs	46
6.3 IBP moyen à l'échelle du massif	47
6.3.1 Le diagramme de type RADAR	47
6.3.2 Représentation de l'IBP du massif forestier par un seul chiffre	48
6.4 Analyse critique de l'IBP	49
6.5 Enseignements des inventaires IBP	51
7 - Les rôles de l'homme et de la société dans l'avenir des forêts	53
7.1 Atténuation du réchauffement climatique	54
7.1.1 Les destinations des récoltes	56
7.1.2 Bilan carbone du Bois-Energie	58
7.1.3 Bilan carbone du Bois-Industrie	61
7.1.4 Bilan carbone du bois d'œuvre	61
7.1.5 Bilan carbone de la forêt de Meudon	64
7.1.6 Bilan carbone du bois-bûche dans nos cheminées	66
7.2 La pollution atmosphérique des métropoles par le chauffage au bois	66
7.3 Cycles de l'eau entretenus par les arbres et les forêts	67

7.4 Les maladies et le réchauffement climatique affectent nos forêts	68
7.5 Fonction sociale.....	70
8 – Analyse critique de la gestion forestière	72
8.1 Gestion en futaie régulière	73
8.2 Gestion en futaie irrégulière.....	73
8.3 Nouveau plan d'aménagement 2021-2040 de la forêt de Meudon.....	74
8.3.1 Analyse du nouveau mode de gestion à l'aide de l'IBP.....	74
8.3.2 Contradictions entre impératifs économiques et tous les autres.....	75
8.4 Idées reçues contestables.....	76
8.5 Gouvernance de la gestion forestière.....	76
8.6 Estimations des services non-marchands de la forêt.....	77
8.7 Propositions de gestion pour la forêt de Meudon.....	78
9 – Conclusions	81
Annexe 1 : Fiche des relevés IBP pour l'Île-de-France.....	84
Annexe 2 : Fiche de définition Ile de France, basée sur la fiche de définition originale.....	85
Annexe 3 : Cartes IBP codées par couleurs.....	86
Annexe 4 : Capacité d'absorption du CO₂ par la forêt métropolitaine française	98
Table des figures	102

1. Introduction

Ce rapport s'adresse à un public très varié ; tout d'abord les amoureux de la forêt qui souhaitent mieux la connaître et préserver sa biodiversité. A tous ceux-là, la maîtrise d'un outil abordable, l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP), donnera des connaissances plus approfondies et leur apportera un regard nouveau sur la forêt et sa capacité d'accueil de la biodiversité.

Il s'adresse de façon plus générale à tous ceux qui veulent mieux comprendre tous les enjeux sociétaux liés à la forêt. Certaines parties avec des chiffres et des tableaux sont un peu ardues mais peuvent être survolées. Elles étayent les analyses présentées ici dont certaines sont originales et diffèrent parfois des affirmations communément diffusées par la filière forêt-bois et les médias. Ces chiffres et les nombreuses références aideront à ceux qui le souhaitent à se faire leur propre idée.

Ce document s'adresse aussi aux gestionnaires des forêts franciliennes pour qu'ils prennent en compte l'attachement des citoyens à la forêt urbaine et leur désir de participer à l'élaboration de son futur.

La forêt de Meudon est une forêt francilienne entrant dans la catégorie des forêts urbaines. C'est la plus proche de Paris et l'une des plus fréquentées de France au regard de sa taille (4 millions de visites annuelles pour une surface d'environ 1000 ha). Ce que cherche le public, illustré par la figure 1.1, est un lieu paisible et naturel où se ressourcer, un réservoir de biodiversité (faune, flore et fonge), des paysages pour le bien-être et un lieu privilégié pour le cycle de l'eau, capable de fournir une climatisation naturelle.



FIGURE 1.1: BIENFAITS DE LA FORET VUS PAR LE PUBLIC

L'ONF gère les forêts publiques qui représentent 25% des forêts en France et 30% en Île-de-France⁴, les autres étant des forêts privées. La mission historique de l'ONF³ ne se limite pas à l'exploitation du bois mais se doit aussi de répondre aux souhaits du public et d'assurer un développement durable tout en sauvegardant la biodiversité. Pour cela, l'ONF met en avant la multifonctionnalité de la forêt dans la ligne du programme régional de la forêt et du Bois de l'Île de France (PRFB) imposé par l'Etat et la région.

La question principale investiguée dans le présent rapport est **l'avenir des forêts urbaines**, en prenant la forêt de Meudon comme massif témoin. Il est difficile

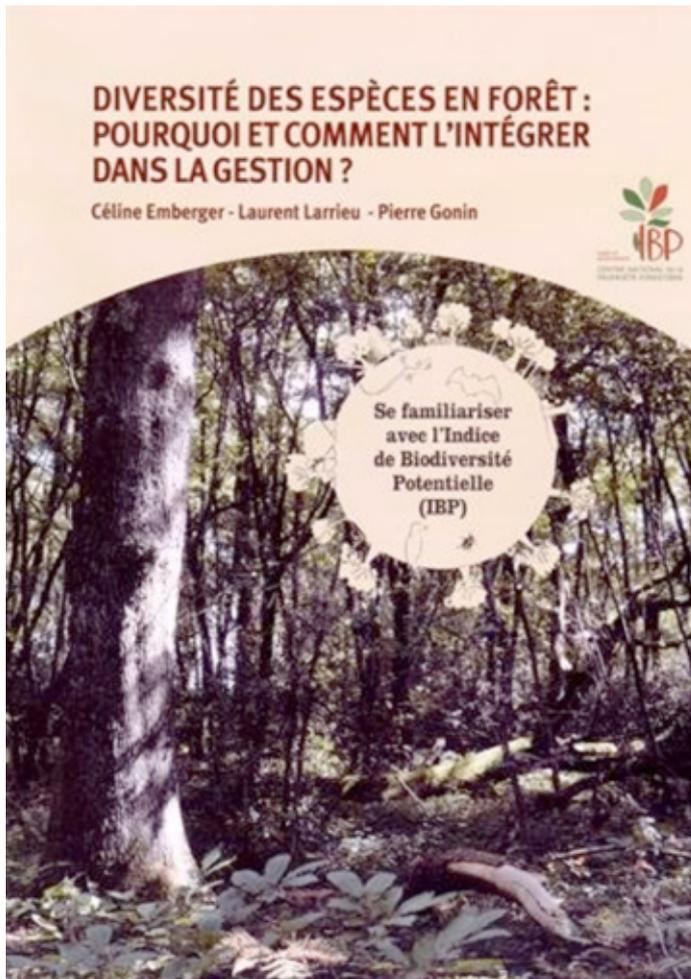


FIGURE 1.2 : FASCICULE DE BASE POUR S'INITIER A L'IBP

de juger de la pérennité d'une forêt et surtout des écosystèmes associés car le temps qu'ils arrivent à maturation, en supposant qu'ils puissent y arriver, s'étend sur plusieurs siècles alors qu'un individu ne peut l'observer que pendant quelques dizaines d'années au mieux. Cette difficulté est accrue avec l'accélération des dérèglements climatiques⁵ et l'effondrement de la biodiversité⁶. En effet la forêt avec sa capacité à absorber le gaz carbonique (CO₂) est supposée agir comme un puits de carbone, ce qui est primordial pour contenir le volume des gaz à effet de serre de l'atmosphère. Or la forêt française capte actuellement beaucoup moins de CO₂ qu'en 2010, à cause de l'intensification de l'exploitation, du ralentissement de la croissance des arbres, des maladies dues aux attaques parasitaires et des incendies qui tuent les peuplements et relâchent massivement du CO₂ dans l'atmosphère. Ces problèmes causent aussi une diminution de la biodiversité en général. Face à ce phénomène climatique brutal,

la résilience et la capacité d'adaptation naturelle de nos forêts va dépendre des méthodes de gestion qui doivent favoriser la régénération naturelle et renforcer leur biodiversité.

³ <https://www.geo.fr/environnement/onf-quelles-sont-les-missions-de-l'office-national-des-forets-193400>

⁴ PRFB 2019-2029 ; arrêté du 21 janvier 2020 du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

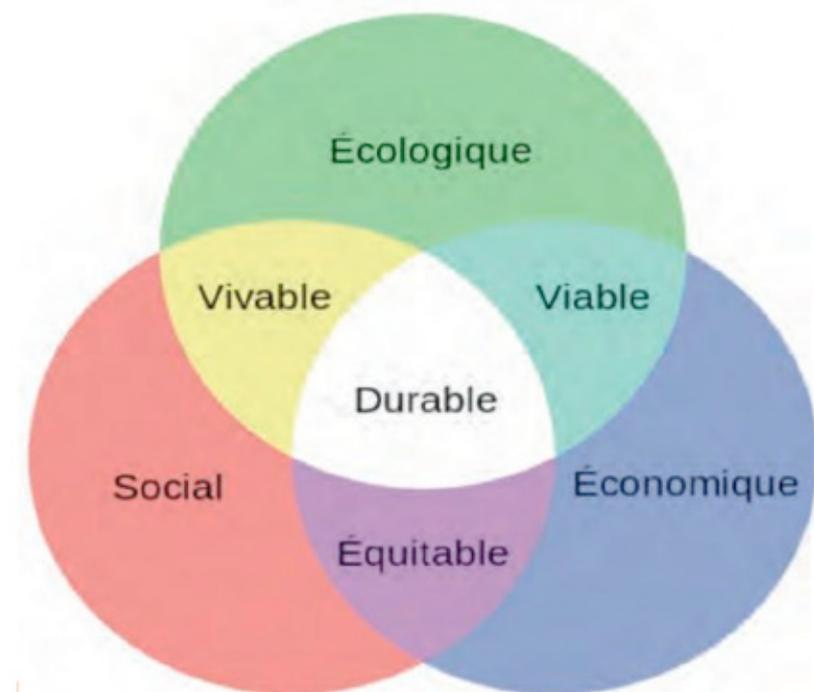
⁵ Rapports du GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental pour l'évolution du climat. Également appelé IPCC en anglais : Intergovernmental Panel on Climate Change. Cet organisme de l'ONU publie périodiquement des rapports sur les études du changement climatique et fait des recommandations.

⁶ Rapports de l'IPBES : International Panel on Biodiversity and Ecosystem Services. Création plus récente de l'ONU ; l'IPBES est en quelque sorte le GIEC de la biodiversité.

L'évaluation de la biodiversité forestière part d'une initiative du ministère de l'Agriculture et du Centre National de la Propriété Forestière (CNPFF), depuis 2008. Il s'agit d'une méthode⁷ conçue par Laurent Larrieu et Pierre Gonin pour les propriétaires forestiers (figure 1.2). **C'est l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)**. Cette méthode indirecte permet d'évaluer la capacité d'un peuplement forestier à accueillir la biodiversité ordinaire (faune, flore et champignons) et ceci principalement par l'observation des arbres. C'est un outil fait par des forestiers pour les forestiers.

Dans le cadre de l'association « Chaville Environnement », nous avons tout d'abord fait l'inventaire de la forêt de Fausses Reposes avec cet indice, ce qui a donné lieu à un rapport détaillé⁸.

C'est la première forêt d'importance (631 ha) évaluée de cette manière. Nous avons continué ce travail dans la forêt de Meudon, (1086 hectares) pendant trois ans en parcourant toute la forêt avec des stagiaires et des bénévoles.



Dès l'origine, nous avons souhaité que ces inventaires servent de base à laquelle comparer de futurs inventaires qui pourront se faire périodiquement de façon à déceler suffisamment tôt, à l'échelle de la vie de la forêt, une évolution de l'IBP, donc de la capacité d'accueil de la biodiversité.

FIGURE 1.3 : LES 3 PILIERS DU DEVELOPPEMENT DURABLE

⁷ Larrieu L., Gonin P.: 2008 – L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. Rev. For. Fr., LX n°6, p.727-748.

Emberger C., Larrieu L., Gonin P.: 2014 – Diversité des espèces en forêt : pourquoi et comment l'intégrer dans la gestion. Se familiariser avec l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Paris : Institut pour le développement forestier. 2014. 28p.

Emberger C., Larrieu L., Gonin P.: 2016 – Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Paris : Institut pour le développement forestier. Déc. 2016, 58 p.

https://www.foretriveefrancaise.com/data/2017_01_18_ibp_presentation_v2_9.pdf

⁸Jean-Claude Denard « Inventaire de la forêt de Fausses Reposes avec l'indice de biodiversité potentielle » édité par Chaville Environnement, édition octobre 2022 (voir version numérique sur le lien <http://www.chavilleenvironnement.fr/dossiers/>) ou en version papier sur demande.

Ceci devrait permettre de percevoir et de pouvoir intervenir à temps si un éventuel déclin significatif de l'indice se manifestait. L'Office National des Forêts (ONF) a annoncé en 2017 un changement de son mode de gestion⁹ et plus récemment, fin 2021 a diffusé son nouveau plan de gestion de la forêt de Meudon 2021-2040¹⁰ qui comprend une augmentation drastique des coupes de bois. Ces éléments sont susceptibles d'influer sur la capacité d'accueil de la biodiversité forestière que mesure l'IBP.

Ce document expose les questions liées à la biodiversité dans les chapitres 2 et 3 avec une présentation de la forêt de Meudon dans le chapitre 4. L'ensemble des résultats de l'inventaire avec l'IBP fait l'objet des chapitres 5 et 6.

Dans le chapitre 7, nous abordons, à la lumière de l'évaluation de la biodiversité forestière, la question de l'avenir de nos forêts sous l'angle des facteurs nouveaux qui l'affectent et qui nous obligent à revisiter les principes du développement durable dans le nouveau contexte climatique.

L'expression « développement durable » a été définie en 1987 dans le rapport Brundtland¹¹ pour l'Organisation des Nations Unies (ONU). Elle est très générale : « Le développement durable est un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ».

Les trois piliers du développement durable (fig. 1.3) sont les aspects écologique, économique, et social. Ces trois aspects doivent être équilibrés pour répondre aux besoins de toutes les générations.

Dans les forêts, par exemple, si l'aspect économique est prépondérant, les coupes de bois excessives entraînent une régression de la biodiversité (pilier écologique) et une détérioration des paysages et du patrimoine forestier (pilier social). Les prélèvements (pilier économique) entraînent aussi une diminution du puits de carbone. Le bilan carbone ne faisait pas partie du développement durable en 1987, mais doit évidemment en faire partie à présent. Le code forestier et l'état n'impose aucune contrainte sur les gestionnaires concernant le bilan carbone de leurs massifs forestiers et étonnamment, ce n'est pas leur travail. Le bois-énergie et l'industrie du bois (pilier économique) réduisent le puits de carbone et aggravent la pollution de l'air (piliers écologique et social).

Les méthodes classiques de gestion forestière imaginées il y a des décennies doivent être revues en profondeur pour adapter les besoins de l'exploitation qui, nous le verront, s'opposent aux autres enjeux sociétaux.

⁹ L'ONF a annoncé en 2017, le changement de son mode de gestion de la forêt de Fausses Reposes (et des autres forêts périurbaines de l'Île de France). La gestion qui jusqu'à cette date se faisait en « futaie régulière » passera progressivement dans les années à venir en « futaie irrégulière ».

¹⁰ ONF: Forêt de Meudon; révision de l'aménagement forestier 2021-2040, présenté au public en déc. 2021. A paraître.

¹¹ Rapport Brundtland : texte fondateur du développement durable. Sa rédaction remonte à 1987 à l'occasion de la commission mondiale de l'environnement présidée par la Norvégienne Gro Harlem Brundtland pour le compte des Nations Unies.

2. La biodiversité

La biodiversité comprend la diversité de toutes les espèces d'êtres vivants (plantes, champignons, algues, lichens, animaux, microbes, etc), la diversité génétique à l'intérieur de chaque espèce et la diversité des écosystèmes que forment les nombreuses interactions entre tous les organismes vivants. L'IBP s'intéresse principalement à la diversité des espèces d'arbres, un peu à la diversité des écosystèmes forestiers et pas du tout à la diversité génétique.

Les masses respectives des êtres vivants sur terre¹², représentées à la figure 2.1, montrent une nette prépondérance des plantes. On peut également noter que les champignons, très présents en forêt, ont une biomasse supérieure à celle des animaux. Parmi ceux-ci les insectes, faisant partie des arthropodes, sont de petits individus mais constituent la biomasse animale la plus importante. Certains groupes d'espèces, comme par exemple les insectes recycleurs du bois mort, les bactéries et les champignons ont une influence directe sur la croissance des arbres et la santé de la forêt, en transformant la biomasse en humus.

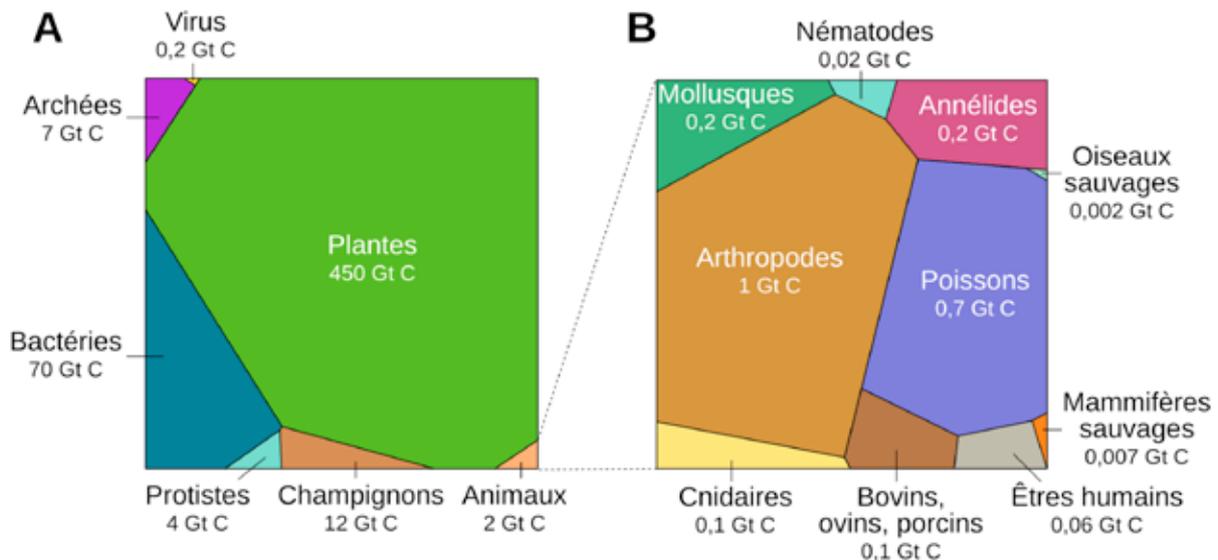


FIGURE 2.1 : MIS À PART CELUI DES VIRUS, LE RÈGNE ANIMAL EST CELUI DONT LA BIOMASSE EST LA PLUS FAIBLE. PARMIS LES ANIMAUX, LE SCHÉMA DE DROITE MONTRE LA PRÉPONDÉRANCE DES ARTHROPODES, DONT FONT PARTIE LES INSECTES ET LES ARAIGNÉES

Seulement une faible partie des espèces a été identifiée, il y a beaucoup de lacunes notamment chez les insectes, bactéries et virus. Parmi ce qui est connu, le Centre National de la Propriété Forestière (CNPFF) mentionne que les forêts de France métropolitaines abritent environ 15 % du nombre total des espèces de plantes du pays, 50 % des coléoptères (5 000 espèces), 75% des champignons (15 000 espèces). Ceci montre l'importance des forêts pour la biodiversité globale.

¹² Yinon M. Bar-On, Rob Phillips, and Ron Milo ; The biomass distribution on Earth ; National Academy of Sciences of the United states of America.(2018). <https://www.pnas.org/content/115/25/6506>

Des études scientifiques^{13, 14}, montrent que les arbres ne sont pas seulement en compétition les uns contre les autres pour la lumière et l'accès aux nutriments du sol, ils communiquent aussi et s'entraident grâce à un réseau formé par leurs racines et les filaments extrêmement fins de champignons mycorhiziens (fig.2.2). Il y a des milliers d'espèces de ce type de champignons qui grâce à leurs filaments microscopiques peuvent capter des minéraux et les fournir aux arbres. Les arbres en retour, leur fournissent des sucres. Ce réseau permet aussi des échanges de nutriments entre arbres d'essences et âges différents qui dans l'ensemble bénéficient à tous. Ainsi, la variété des âges et des espèces est une bonne chose pour la santé de la forêt. Les essences non autochtones sont handicapées dans des climats, des sols et des réseaux mycorhiziens auxquels elles ne sont pas adaptées. C'est pourquoi de grandes



FIGURE 2.2 : LES FILAMENTS DES CHAMPIGNONS MYCORHIZIENS (BLANCS) ET LES RACINES (BRUNES) FORMENT UN RÉSEAU À LA FOIS MICROSCOPIQUE ET TRÈS ÉTENDU

monocultures d'espèces non autochtones, sont davantage exposées aux parasites.

Il apparaît que les arbres sont capables de sensibilité et peuvent ainsi prévenir leurs congénères avoisinants lors d'une attaque de ravageurs de sorte que la protection s'organise avec, par exemple, l'émission de substances chimiques qui repoussent les assaillants¹⁴

Les forêts sont également caractérisées par le nombre et la diversité des écosystèmes que l'on peut y rencontrer. Le fonctionnement de ces écosystèmes forestiers est le résultat de nombreuses interactions entre des organismes vivants

indispensables tels que les acteurs de la décomposition de la biomasse (insectes, bactéries, champignons spécialisés, les acteurs de la reproduction des végétaux (insectes pollinisateurs, fourmis qui transportent les graines, etc...), ou comme évoqués précédemment les réseaux mycorhiziens racines-champignons. Toute cette biodiversité concourt à la résistance des forêts aux perturbations et aux maladies, ainsi qu'à la capacité de restauration des écosystèmes forestiers après une forte perturbation. Ainsi, la présence d'essences pionnières (bouleaux, saules, trembles, aulnes ...) à côté des essences postpionnières à plus grande longévité permettra d'accélérer la recolonisation naturelle des parcelles touchées par une tempête. Vue de façon plus générale, la biodiversité est à l'origine du vaste réservoir de ressources qui permet de satisfaire nos besoins actuels et futurs.

¹³ Peter Wohlleben ; La vie secrète des arbres ; édition des Arènes (2017)

¹⁴ Networks of power and influence : the role of mycorrhizal mycellium in controlling plant communities and agroecosystem functioning. Jonathan Leake et al. Canadian journal of Botany. Vol. 82 ; Issue. 8, : Pages. 1016- 1045. <https://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/b04-060>

Tant à l'échelle mondiale que nationale, la biodiversité est actuellement en crise et au même titre que le réchauffement climatique, elle est devenue un enjeu majeur du XXIème siècle.



FIGURE 2.3 : EXEMPLE DE GRIGNOTAGE DE LA FORET PAR L'URBANISME : ROUTE DEPARTEMENTALE ET LIGNE DE TRAMWAY DANS LA FORET DE MEUDON

Même si la forêt est une réserve et un refuge pour beaucoup d'espèces, de nombreux facteurs principalement d'origine humaine menacent les forêts périurbaines et appauvrissent leur biodiversité. Ainsi de nombreuses espèces sont menacées d'extinction. Par exemple les coléoptères qui se nourrissent du bois mort, sont sédentaires et par conséquent disparaissent après une coupe rase ; les oiseaux forestiers qui s'en nourrissent en pâtissent

aussi; les chauves-souris sont impactées par la pénurie d'insectes, etc.

Les principales menaces sur la forêt et sa biodiversité sont :

- L'exploitation forestière : manque de bois mort, insuffisance de gros arbres, trop de peuplements clairs et d'allées forestières, coupes rases et tous ce qui constitue un déboisement, qu'il soit définitif ou temporaire.
- Le réchauffement climatique : les sécheresses d'été plus intenses et plus longues entre des hivers plus humides favorisent certains ravageurs comme l'espèce d'oomycète¹⁵ responsable de l'encre du châtaignier. Des espèces autochtones comme le hêtre, ont besoin d'humidité en permanence, elles supportent mal les sécheresses.
- L'extinction de la biodiversité générale sur le continent
- Les attaques parasitaires¹⁶ : chalarose du frêne ; encre du châtaignier.
- La fragmentation de l'espace forestier par des routes, autoroutes, lignes de tramway infranchissables par la faune et la flore (fig. 2.3)

¹⁵Oomycète : classe d'organismes comprenant entre 800 et 1000 espèces d'organismes eucaryotes filamenteux se reproduisant par spores. Ce sont des organismes aquatiques. Le mildiou est une espèce d'oomycète.

¹⁶Ministère de l'agriculture et de l'alimentation; département de la santé des forêts. Bilan de la santé des forêts d'Île-de-France – 2019

- Le « grignotage » de la forêt par la création de parcs (accrobranches, espaces de jeux, parcours de santé) constructions, lignes haute tension, cimetières, stades, maisons forestières qui sont considérées comme espace bâti et peuvent aboutir à la construction d'immeubles en lisières de forêt, etc.
- La pollution de l'air et de l'eau.
- La pollution lumineuse arrive en second, après les pesticides, comme source d'extinction de la biodiversité.
- Les espèces invasives (laurier-cerise, cerisier noir, perruches à collier, écureuils de Corée, etc.)
- Le tassement des sols (gros engins d'exploitation du bois, promeneurs, VTT)
- Les chiens non tenus en laisse et les chats domestiques qui perturbent et exterminent une partie de la faune.

3. L'IBP et ses liens avec la biodiversité réelle

L'IBP est un outil de diagnostic de la biodiversité en forêt, conçu par le CNPF-IDF¹⁷ et l'INRA-DYNAFOR¹⁸ pour tenter d'améliorer les pratiques de gestion des propriétaires forestiers. C'est un indicateur indirect qui permet :

- D'estimer la biodiversité taxonomique potentielle d'un peuplement forestier, c'est-à-dire sa capacité d'accueil en espèces (plantes, champignons, animaux) et en communautés, sans préjuger de la biodiversité réellement présente qui ne pourrait être évaluée qu'avec des inventaires complexes, non opérationnels en routine.
- De diagnostiquer les éléments favorables à la biodiversité et améliorables par la gestion.

L'IBP est aussi un outil pédagogique car il permet à une partie du grand public et des membres d'associations comme la nôtre qui ne sont pas des professionnels forestiers ni des biologistes, d'appréhender après quelques séances de formation les éléments favorables à la bonne santé d'une forêt à travers cet indice relativement facile à comprendre et à utiliser.



FIGURE 3.1 : SORTIE DE DÉCOUVERTE EN FORÊT ORGANISÉE TOUS LES MOIS PAR L'ASSOCIATION CHAVILLE ENVIRONNEMENT

¹⁷ CNPF : Centre National de la Propriété Forestière. IDF: Institut de Développement Forestier

¹⁸ INRA : Institut National de Recherche Agronomique. DYNAFOR : DYNAMique et écologie des paysages AgriFORestier

Chaville Environnement organise avec l'aide d'autres associations (Pousses de Versailles, Fondation pour la Nature et l'Homme, FNE Île-de-France et Environnement 92) des sorties mensuelles de découverte gratuites de la forêt qui, après six ans ne désemplissent pas (fig. 3.1). Elles ont lieu tous les seconds dimanches du mois.

En ce qui nous concerne, l'IBP apparaît aussi comme un outil intéressant pour son caractère objectif avec un protocole bien défini. Ses résultats chiffrés peuvent donner lieu à une analyse quantitative. Cependant, pour établir une base à laquelle comparer de futurs inventaires, il est indispensable de disposer d'une évaluation précise de l'IBP du massif forestier. Ce sera dans environ une centaine d'années que la gestion d'aujourd'hui sera pleinement effective sur le terrain. Ainsi, un lent déclin de l'IBP de 10% en 100 ans serait très mauvais. Il faut pouvoir le déceler bien avant. Une telle dégradation en 100 ans correspond à un rythme moyen de 1% tous les dix ans. En disposant de deux valeurs précises à 1% chacune il faut donc 20 ans pour être raisonnablement sûr qu'une éventuelle régression ou amélioration de l'IBP correspond bien à une réalité.

3.1 Validité de l'IBP pour son suivi à long terme

L'IBP est un indicateur indirect de la biodiversité et ne mesure pas la biodiversité réelle d'un peuplement.

La biodiversité réelle de deux peuplements distincts mais d'indice identique peut être différente si par exemple :

- L'un d'eux est entouré, longé ou coupé par des routes, autoroutes ou lignes de tramway infranchissables par la faune
- Ils appartiennent à deux forêts très différentes par leur répartition en essences d'arbres
- Les parcelles avoisinant chacun d'eux sont très différentes

L'IBP ne prétend pas pouvoir comparer la biodiversité réelle de deux forêts différentes en essences d'arbres, de régions distinctes ou de modes de gestion différents, etc. Cependant, ce qui nous importe est de pouvoir comparer la même forêt à des intervalles de temps de l'ordre d'une vingtaine d'années, ce qui n'est pas la même chose.

3.2 Les dix facteurs clés de l'IBP

Les concepteurs ont établi dix facteurs d'importance équilibrée pour leur capacité d'accueil de la biodiversité. Le score attribué à chacun est 0, 2 ou 5 (les critères d'attribution de ces scores sont explicités ci-après pour chaque facteur). Les sept premiers facteurs, de A à G relèvent de la gestion des peuplements, c'est à dire qu'ils peuvent être améliorés grâce à un meilleur mode de gestion, leur somme donne ce qu'on appellera l' « IBP gestion ». Ce sont :

FACTEUR A : ESSENCES AUTOCHTONES

La diversité des genres est primordiale. En cas d'attaque parasitaire majeure sur une espèce, comme la graphiose qui a pratiquement éliminé les ormes d'Europe et d'Amérique du Nord, d'autres espèces sont prêtes à occuper l'espace forestier laissé libre. Actuellement ce sont les châtaigniers, atteints par la maladie de l'encre, qui

sont en danger. Après une tempête dévastatrice, les espèces pionnières qui étaient peu présentes sous un couvert ancien, seront les premières à repeupler la forêt. Au-delà de la diversité des essences d'arbres, chaque espèce a son propre cortège associé d'animaux, champignons, plantes, lichens, mousses, etc. Certains animaux, ont besoin de plusieurs essences d'arbres pour vivre.



FIGURE 3.2 : CHENES, PETITS ERABLES, CHARME ET BOULEAU SUR UNE MÊME PHOTO TEOIGNENT DE LA DIVERSITE DES ESSENCES MEME SUR DE PETITES SURFACES DANS LA FORET DE MEUDON.

Les espèces autochtones, par définition, sont originaires de la région. Cependant, les châtaigniers et les marronniers par exemple, introduits à l'époque romaine, se reproduisent naturellement et sont aussi considérés comme autochtones. Ne le sont pas, les essences introduites après l'an 1500, dont les espèces d'Amérique qui comprennent les robiniers, sapins de Douglas, chênes rouges d'Amérique, etc. Les références à ce sujet sont les cartes de distribution des espèces figurant dans la «Flore Forestière Française¹⁹».

On distingue les arbustes des arbres. Ces derniers atteignent au moins 7 m à maturité. Ainsi les noisetiers, sureaux, houx et petits prunus ne figurent pas dans la liste des arbres. Mais, comme d'autres arbustes, ils sont bien présents.

Les genres suivants, sans distinction d'espèces, sont considérés comme arbres autochtones en Île-de-France : Aulnes ; Bouleaux ; Charmes ; Châtaigniers ; Chênes (sessile et pédonculé); Erables (sycomore, plane et champêtre); Frênes ; Hêtres ; Ifs ; Marronniers ; Prunus (Merisiers, Prunus padus) ; Ormes ; Peupliers et Trembles ; Poiriers ; Pommiers ; Saules (blanc, cassant) ; Sorbiers (des oiseaux, Alisier de Fontainebleau), Tilleuls.

¹⁹ J.C. Rameau, D. Mansion et G. Dumé ; Flore Forestière Française ; Tome 1, Plaines et Collines ; Institut pour le Développement Forestier (IDF) et Ministère de l'agriculture et de la forêt.

Il suffit de cinq genres parmi les 18 mentionnés ci-dessus pour attribuer le score maximum de 5 à ce facteur ; quatre genres conduisent à un score de 2 ; trois et moins à un score de 0.

Bien que cela n'intervienne pas dans l'IBP, on note tout de même les arbres non autochtones sur les fiches d'évaluation de façon à mettre en évidence les espèces invasives.

Particularités relevées à Meudon : L'espèce invasive principale est le Laurier-cerise (*Prunus laurocerasus* L.), présent de façon plus ou moins dense sur un grand nombre de parcelles. Les ifs et les ormes sont bien présents, mais nous n'en avons pratiquement pas vu de grande taille. L'if est le seul conifère autochtone, nous ne savons pas pourquoi il n'atteint pas les mêmes tailles que ses congénères des jardins citadins voisins. Les ormes sont bien présents mais très peu atteignent l'âge adulte car ils sont décimés par la graphiose, maladie parasitaire qui se déclare à l'adolescence. Malgré cela, on a pu observer quelques rares spécimens un peu plus résistants (deux dans toute la forêt) qui ont réussi à atteindre de vingt à trente centimètres de diamètre avant de succomber à leur tour. Quelques ormes résistants pourraient-ils repeupler la forêt à l'avenir ?

FACTEUR B : STRUCTURE VERTICALE DE LA VÉGÉTATION

Une strate correspond à la présence de feuillage dans l'espace vertical qui la définit. On s'intéresse à quatre strates (fig. 3.3) : la strate herbacée, de 0 à 1 m du sol ; la strate arbustive, de 1 à 7 m ; la strate arborescente basse, de 7 à 20 m ; et la strate arborescente haute, au-dessus de 20 m.



FIGURE 3.3 : LES QUATRE STRATES SONT PRÉSENTES ICI (FACTEUR B). ON PEUT AUSSI NOTER UNE VÉGÉTATION DE MILIEU OUVERT SUR LES BORDS DU CHEMIN (FACTEUR G).

Chaque strate a son importance pour les écosystèmes forestiers. Par exemple, les animaux utilisent des strates propres à leur espèce qui peuvent être différentes pour leur logis, leur nourriture et leur sécurité. Beaucoup ont besoin de plusieurs strates pour leur survie. Ainsi, une seule strate manquante dans un peuplement réduit significativement l'éventail de végétaux et animaux qui peuvent le fréquenter.

Attribution des scores : Le score est maximum à 5 lorsque toutes les strates sont présentes ; il est de 2 s'il en manque une seule et 0 s'il en manque deux.

La présence d'une strate sur une parcelle est reconnue comme telle lorsque la végétation qui lui est propre couvre au moins 20% de la surface totale de la parcelle.

FACTEURS C ET D : GROS BOIS MORT

Le bois mort (fig. 3.4) est un des éléments essentiels pour la chaîne alimentaire des espèces vivantes et donc pour le cycle de vie de la forêt. En effet, de nombreux insectes s'en nourrissent et avec l'aide de microorganismes et de champignons, ils enrichissent le sol en minéraux pour les arbres vivants au fur et à mesure de la décomposition du bois mort. Dans les forêts européennes évoluant naturellement depuis longtemps, comme la forêt primaire de Bialowieza en Pologne, le volume de bois mort est très important, entre 20 et 40% du volume total. Les insectes qui dépendent du bois mort,

dits insectes saproxyliques, n'attaquent pas les arbres vivants vigoureux et ne sont donc pas des parasites. On ne connaît pas le nombre total d'insectes existant en France et dans le monde, mais celui des coléoptères et des champignons vivant dans nos forêts sont respectivement de 5000 (dont la moitié dépend du bois mort) et 15000 (dont le tiers dépend du bois mort).



FIGURE 3.4 : BOIS MORT SUR PIED ET BOIS MORT AU SOL

Les espèces responsables de la décomposition du bois mort sont spécialisées et dépendent de quatre facteurs clés : l'essence d'arbre ; le positionnement (au sol, sur pied ou dans le houppier), le stade de décomposition et la grosseur. Il faut un diamètre d'au moins 40 cm pour atteindre le pic de richesse accueillant le plus grand nombre d'espèces. Ce pic est atteint au milieu du stade de décomposition.

D'autre part, ces insectes, arachnides (comprenant les araignées) et autres arthropodes entrent dans la chaîne alimentaire et aident le développement des insectivores (oiseaux, mammifères, etc.). Le bois mort en décomposition est indispensable à la diversité des organismes saproxyliques, base de la chaîne alimentaire animale et fongique. Le mode de gestion consistant à couper tous les arbres en même temps sans laisser de bois mort, nuit gravement à la survie des organismes qui en dépendent car ceux-ci sont généralement peu mobiles et sont vulnérables aux discontinuités spatiales et temporelles de leur habitat. De plus, les minéraux retirés du sol par les arbres vivants y retournent naturellement après décomposition du bois mort. Ne pas laisser suffisamment de bois mort résulte en un appauvrissement du sol, ce qui ralentit la croissance de la biomasse et nuit à tout l'écosystème forestier.

Le sol est riche, grâce à l'humus enrichi par la décomposition du bois mort, d'une flore importante (mousse, flore herbacée, arbustes) et d'une faune variée : reptiles, batraciens, petits et grand mammifères (chevreuils, sangliers, renards, lynx, fouines, martres, rongeurs, etc... ;). Les bois morts sur pied abritent oiseaux et chiroptères.

Le sous-sol est un important élément de la biosphère. Il a besoin de la matière organique du bois mort pour alimenter les arbres vivants. Il abrite une grande richesse de champignons, insectes, vers de terre, (4 tonnes/ha) et des millions de bactéries par cm³ qui interagissent avec les racines des arbres. Le sol stocke aussi l'eau, ce qui contribue à la capacité de l'arbre à rejeter l'eau par ses feuilles (évapotranspiration) et à faire vivre la faune souterraine et aérienne (voir chapitre 7.3).

Les sols de la planète sont un important puits de carbone et les sols forestiers sont les plus performants de ce point de vue. Dans les forêts de la zone tempérée, ils peuvent stocker autant de carbone que la partie aérienne de la forêt ; encore faut-il qu'ils soient suffisamment alimentés en bois mort.

Enfin, le sol et le sous-sol sont très sensibles au tassement : les engins forestiers, les VTT, les promeneurs hors chemins).

Attribution des scores : 3 gros bois morts par ha donnent le score maximum de 5, entre 1 et 3 gros bois morts par ha donnent un score de 2 et moins de 1/ha un score nul.

FACTEUR E : TRÈS GROS BOIS VIVANT (TGB)

C'est à partir de 70 cm de diamètre qu'un arbre compte comme très gros bois vivant pour l'IBP (fig.3.5). Ces arbres de gros diamètre ont généralement plus de cent ans, ce qui paraît vieux pour les humains ; mais les durées de vie des arbres sont d'un autre ordre que le nôtre : 500 à 1000 ans pour les chênes, les châtaigniers¹⁹ qui constituent près de 80% du volume de bois²⁰ à Meudon, 500 à 1000 ans aussi pour les tilleuls, 150 à 300 ans pour les hêtres ; un peu moins pour les frênes, charmes, bouleaux merisiers et aulnes.

Les très gros bois (TGB) sont à même d'accueillir une plus grande biodiversité pour plusieurs raisons :

- Les grosses branches présentent des plateformes avec d'importantes surfaces d'accueil pour la faune. Des mammifères arboricoles, des oiseaux s'y déplacent, font leur nid et y vivent.
- Les canopées des forêts âgées ont une plus grande diversité d'insectes que les forêts jeunes
- Les fissurations plus profondes de l'écorce des vieux arbres favorisent l'établissement de lichens, mousse, arthropodes, araignées, coléoptères et même mollusques. On y a vu un crapaud.

Des arbres âgés permettent à des espèces d'épiphytes dont le développement est particulièrement lent ou à des espèces de grande longévité, de s'installer.

En fait, les gros arbres abritent davantage de dendro-microhabitats²¹ (facteur F) que les petits arbres.

Seules les grosses branches mortes de TGB peuvent être suffisamment grosses (diamètre > 40 cm) pour produire du gros bois mort au sol (facteur D) ou dans le houppier (facteur F ci-après).

²⁰ONF : Forêt de Meudon. Présentation publique du 1er déc. 2021 de la Révision de l'aménagement forestier 2021-2040. Office National des Forêts. Direction territoriale Ile de France/Nord-Ouest – agence interdépartementale de Versailles

²¹Dendro-microhabitats : habitats dans les arbres pour petits animaux.



FIGURE 3.5 : TRÈS GROS ARBRE VIVANT (HÊTRE) AVEC PABLO AIDIGUIER, STAGIAIRE BTS-GPN EN 2019

Remarquons qu'un peuplement forestier ne peut produire de bois mort d'un diamètre de 40 cm sur pied (facteur C) ou au sol (facteur D) que si le gestionnaire laisse des arbres vivants atteindre ce diamètre. Comme nous le verrons dans les résultats de l'inventaire de Meudon c'est le gros point faible de la gestion de l'ONF pour les forêts qu'on a évaluées.

L'expérience de 6 ans de prospection dans les forêts de Fausses Reposes et Meudon et les résultats consignés dans les deux bases de données montrent sans équivoque que l'IBP des peuplements de jeunes arbres est nettement inférieur à celui des parcelles ayant beaucoup de gros arbres.

Il faut au moins 5 TGB / ha pour atteindre le score maximal de 5, entre 1 et 5/ha pour un score de 2. Moins de 1/ha résulte en un score nul.

Particularités de cette forêt: Alors que les deux espèces principales, châtaigniers et chênes, ont une espérance de vie également longue, les arbres de gros diamètres sont majoritairement des chênes (figure 3.6). Le mode de gestion consistant à abattre les châtaigniers avant qu'ils atteignent un gros diamètre en est probablement à l'origine. La maladie de l'encre qui affecte les châtaigniers est trop récente pour être en cause.

FACTEUR F : ARBRES VIVANTS PORTEURS DE DENDRO-MICROHABITATS

Les arbres, au cours de leur vie, développent des irrégularités, comme des fentes ou des cavités, qui peuvent être propices à abriter, nourrir, et servir à la reproduction de nombreuses espèces : champignons, microorganismes, insectes, oiseaux, reptiles, mammifères. Ce sont les dendro-microhabitats (microhabitats dans ou sur les arbres). Ils existent aussi sur les arbres morts, mais leur effet sur ce bois est déjà inclus dans les facteurs C et D. Les dendro-microhabitats de l'IBP sont classés en douze types représentés sur les figures 3.7 et 3.8. Chaque type abrite des groupes d'espèces animales et leur sont utiles comme refuge, lieu de reproduction, d'hibernation et/ou d'alimentation.



FIGURE 3.6 : VIEIL ARBRE A FORTE VALEUR POUR L'ACCUEIL DE LA BIODIVERSITE ; GROS DIAMETRE ET PORTEUR DE MICROHABITAT / UNE CAVITE DE TRONC ET DU LIERRE

Il s'agit de :

1. Cavités de pics : Après le départ d'un pic, d'autres oiseaux, chauves-souris, petits mammifères, araignées et insectes utilisent ces trous
2. Cavités de pied à fond dur : rouges-gorges, petits mammifères, crapauds les utilisent
3. Cavités de pied à terreau ou à bois carié. Certains habitants des cavités à fond dur, lézards
4. Cavités de tronc à terreau ou à bois carié : arthropodes (dont coléoptères) et champignons
5. Bois non carié de tronc: organismes saproxyliques
6. Cavité remplie d'eau (dendrotelme) : des insectes dont la moitié est inféodée à ce milieu. Servent aussi aux batraciens et à abreuver oiseaux et mammifères
7. Ecorce décollée ou fente profonde : chauves-souris, oiseaux, arthropodes, araignées
8. Champignon polypore : insectes et autres champignons mangeurs de champignons
9. Coulée de sève : coléoptères, fourmis, frelons, papillons de nuit
10. Charpentière ou cime récemment brisée : coléoptères et champignons de houppier qui décomposent le bois mort
11. Bois mort dans le houppier : coléoptères et champignons de décomposition du bois mort.
12. Lianes (lierre, chèvrefeuille, ...) ou gui : Le lierre et le gui sont parmi les rares végétaux à donner des fruits pour l'alimentation des oiseaux en hiver.

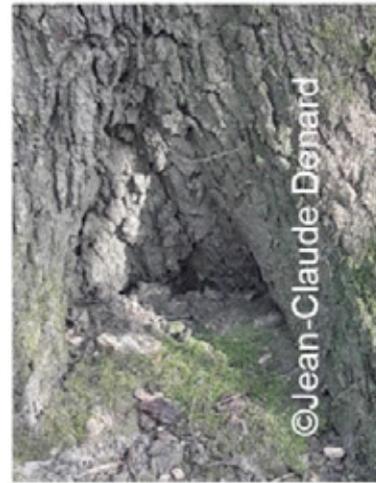
Beaucoup de ces microhabitats sont situés sur de très gros arbres et accentuent le besoin de les conserver lors de la phase de martelage (marquage des arbres à couper) dans la gestion de la forêt. L'ONF fait des efforts de ce côté-là.

Attribution des scores : Il faut 6 microhabitats par ha pour un score maximum de 5, au moins 1 microhabitat par ha pour un score de 2. Moins d'un par ha conduit au score 0.

Un arbre peut abriter plusieurs microhabitats mais un seul est comptabilisé s'il s'agit du même type. De plus, dans le même peuplement, le même type de microhabitat est limité à deux par ha. En effet, il en faut suffisamment, mais ce n'est pas utile d'en avoir une trop forte densité.



Trou de pic



Cavité de pied à fond dur



Bois non carié de tronc



Bois carié de tronc



Cavité à terreau de pied



**Cavité remplie d'eau
ou dendrotelme**

FIGURE 3.7 : ILLUSTRATIONS DES SIX PREMIERS TYPES DE DENDRO-MICROHABITATS DU FACEUR F DE L'IBP



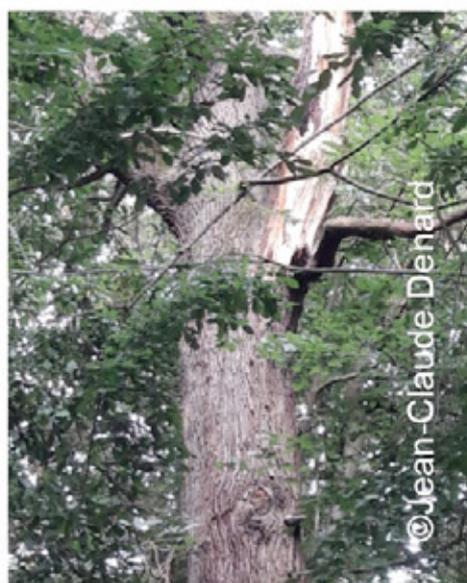
Ecorce décollée



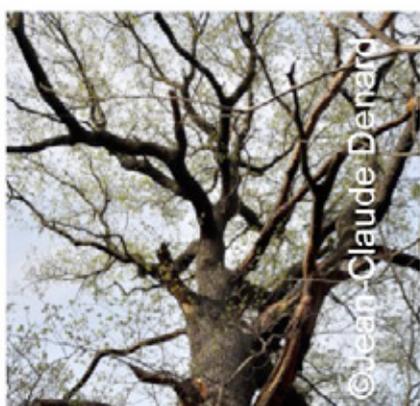
Champignon



Coulée de sève



Charpentière brisée



Bois mort dans houppier



Gui

FIGURE 3.8 : LES 6 DERNIERS TYPES DE DENDRO-MICROHABITATS DU FACTEUR F DE L'IBP

FACTEUR G : MILIEUX OUVERTS

Ce facteur est peut-être le plus difficile à appréhender tant dans sa définition intrinsèque que dans celle du score associé.

Par définition, un milieu ouvert abrite une flore particulière, des strates herbacée et arbustive ainsi que des fleurs. Cette flore s'est installée grâce à l'insolation, la chaleur et une sécheresse de l'air plus importantes.



FIGURE 3.9 : TROUÉE SUITE À LA CHUTE D'UN GROS ARBRE. LES PETITS ARBRES AU SOLEIL REPEUPLENT DÉJÀ L'ESPACE LAISSÉ PAR L'ANCIEN

Ces milieux ouverts peuvent prendre différentes formes. Les trouées, de l'ordre de 200 à 300 m², provoquées par la mort d'un gros arbre (fig. 3.9), les clairières, les lisières de chemins ou de forêt, et les peuplements clairs. Des espèces ont besoin à la fois du milieu forestier relativement fermé et d'un milieu ouvert pour se nourrir, pour leur reproduction, ou par exemple pour certains insectes pollinisateurs sortant de leur état larvaire en forêt et se nourrissant des fleurs d'un milieu ouvert. Des reptiles forestiers ont besoin d'accéder à des zones ensoleillées pour réguler leur température corporelle.

Quelles limites de surface pour les milieux ouverts ? **Il faut des milieux ouverts pour pouvoir accueillir les espèces partiellement forestières, mais pas trop, pour ne pas appauvrir le nombre d'espèces strictement forestières.** L'IBP considère que la biodiversité diminue lorsque plus de 5% de la surface totale du relevé est constituée d'un peuplement clair ou lorsque plus de 6% de cette surface recèle plusieurs types de milieux ouverts (trouées et/ou lisières et/ou peuplements clairs).

Remarques concernant les sept facteurs liés à la gestion :

L'ONF a abandonné²² en 2017 le traitement en futaie régulière au profit de la futaie irrégulière. La futaie régulière pratiquée jusqu'en 2017 en Île-de-France, consiste à avoir des peuplements d'arbres de même âge qui, à terme, sont récoltés en même temps en effectuant la coupe rase d'une parcelle pour satisfaire les besoins de l'industrie du bois. La futaie irrégulière consiste à prélever les arbres de manière plus éparse afin d'obtenir un couvert forestier continu avec des arbres d'espèces et d'âges variés sur une même parcelle et gardant ainsi un paysage forestier quasi constant.

²²<https://www.onf.fr/espace-presse/+4c4::vers-une-nouvelle-gestion-des-forets-domaniales-en-ile-de-france.html>



FIGURE 3.10 : COUPE SANITAIRE EN FORET DE MEUDON AVANT PLANTATION. CE TYPE DE COUPE EST DE PLUS EN PLUS REMIS EN CAUSE AUSSI BIEN PAR LE PUBLIC QUE PAR LES ASSOCIATIONS ET LES EXPERTS FORESTIERS

Des questions pour lesquelles nous n'avons pas toutes les réponses ont émergé au cours de nos investigations :



FIGURE 3.11 : LARGE SILLON PROFOND APRÈS LE PASSAGE D'UN ENGIN FORESTIER. LE SOL PERD SA POROSITÉ À L'AIR ET À L'EAU POUR DES DECENNIES

Nous avons vu qu'un aspect important pour la santé des arbres est le « wood wide web » (réseau de racines et champignons mycorhiziens^{13, 14}). Que devient-il après une coupe rase (coupe de régénération ou sanitaire) quand les racines meurent et que le sol est soudain soumis à un fort ensoleillement (fig. 3.10) ? Que devient-il après le passage de gros engins forestiers (fig. 3.11) ? Cette dernière question se pose aussi avec le mode d'exploitation en futaie irrégulière. Quelle est la taille limite d'une coupe de régénération sur une parcelle ? Si elle est trop grande, il est dit que l'IBP n'est pas le meilleur moyen d'évaluation car on n'est plus en présence d'un espace réellement forestier. De plus, si l'écosystème forestier d'une forêt ancienne (voir ci-

après, facteur H), comme celle de Meudon, disparaît sur un trop grand espace déboisé pendant trop longtemps, le sol en est affecté (température, sécheresse accrue due à l'ensoleillement, perte de la végétation et d'un écosystème forestier).

Passons à présent aux trois derniers facteurs de l'IBP. Ils sont relatifs au contexte. En général, ces facteurs de contexte sont quasi-immuables et ne dépendent pas de la gestion forestière.

FACTEUR H : CONTINUITÉ TEMPORELLE DE L'ÉTAT BOISÉ



FIGURE 3.12: CARTE D'ETAT MAJOR 1820-1866 DE LA FORET DE MEUDON. UNE GRANDE PARTIE BOISEE AUJOURD'HUI L'ETAIT DEJA A L'EPOQUE. CES CARTES SONT LIBRES D'ACCES SUR LE SITE geoportail.gouv.fr.

Comme nous l'avons précisé plus haut, les chênes (sessiles et pédonculés) et les châtaigniers peuvent vivre de 500 à 1000 ans. Ainsi, un arbre de 50 ou 80 ans peut paraître vieux en se basant sur la durée d'une vie humaine, mais c'est l'âge auquel les chênes atteignent la puberté et commencent à produire des glands. Ces essences de grande longévité représentent près de 80% du volume de bois vivant de la forêt de Meudon. On conçoit ainsi qu'une forêt naturelle avec un écosystème en équilibre demande de l'ordre de 500 à 1000²³ ans pour s'établir. La surface des forêts françaises a évolué au cours des âges, culminant à 80% du territoire métropolitain au début du néolithique, il y a 8000 ans. Les défrichements pour l'agriculture et le chauffage ont réduit leur proportion jusqu'à 10% du territoire au milieu du XIX^{ème} siècle au fur et à mesure de l'accroissement de la population. Sauvées par les énergies fossiles et l'amélioration des rendements agricoles, les forêts couvrent à présent 31% de la France métropolitaine.

Les deux tiers de la surface des forêts actuelles n'existaient donc pas il y a 170 ans. Bien qu'il faille près d'un millier d'années pour qu'une forêt récupère pleinement toute sa biodiversité naturelle après avoir remplacé un terrain agricole, l'IBP considère tout de même que les surfaces forestières figurant sur les cartes d'état-major existantes du XIX^{ème} siècle sont anciennes, car elles sont vraisemblablement plus anciennes que 170 ans. Les cartes d'état-major du XIX^{ème} siècle sont disponibles sur le site du

Géoportail (www.geoportail.gouv.fr). (figure 3.12). Plus de 90% de la forêt de Meudon actuelle figure déjà en tant que forêt sur cette carte. Après plus de 170 ans, une assez grande partie de la biodiversité purement forestière est « en principe » en bonne voie de régénération.

« En principe », car les forêts exploitées et leur sol dépendent de leur mode d'exploitation et ne se développent pas aussi bien qu'une forêt en libre évolution. Les espèces les plus lentes à revenir sont généralement les plus sédentaires, qui se propagent lentement, comme le muguet, le sceau de Salomon, l'aspérule odorante, les fougères, pour les plantes, mais aussi les coléoptères saproxyliques qui sont à la base de nombreux écosystèmes forestiers.

FACTEUR I : MILIEUX AQUATIQUES

Beaucoup d'animaux forestiers ont besoin d'eau pour s'abreuver. Les batraciens, de nombreux insectes, oiseaux, chauves-souris, reptiles en ont besoin pour se reproduire (libellules, amphibiens, certains diptères) ; pour se nourrir de poissons, d'invertébrés ou larves aquatiques (mammifères carnivores, oiseaux, reptiles), ou d'insectes (chauves-souris, libellules) ; et pour se protéger des prédateurs. Les milieux aquatiques en forêt ont des écosystèmes qui leur sont propres et qui accueillent une biodiversité spécifique.

De nombreux étangs et milieux humides enrichissent la faune et la flore de la forêt de Meudon (figure 3.13).

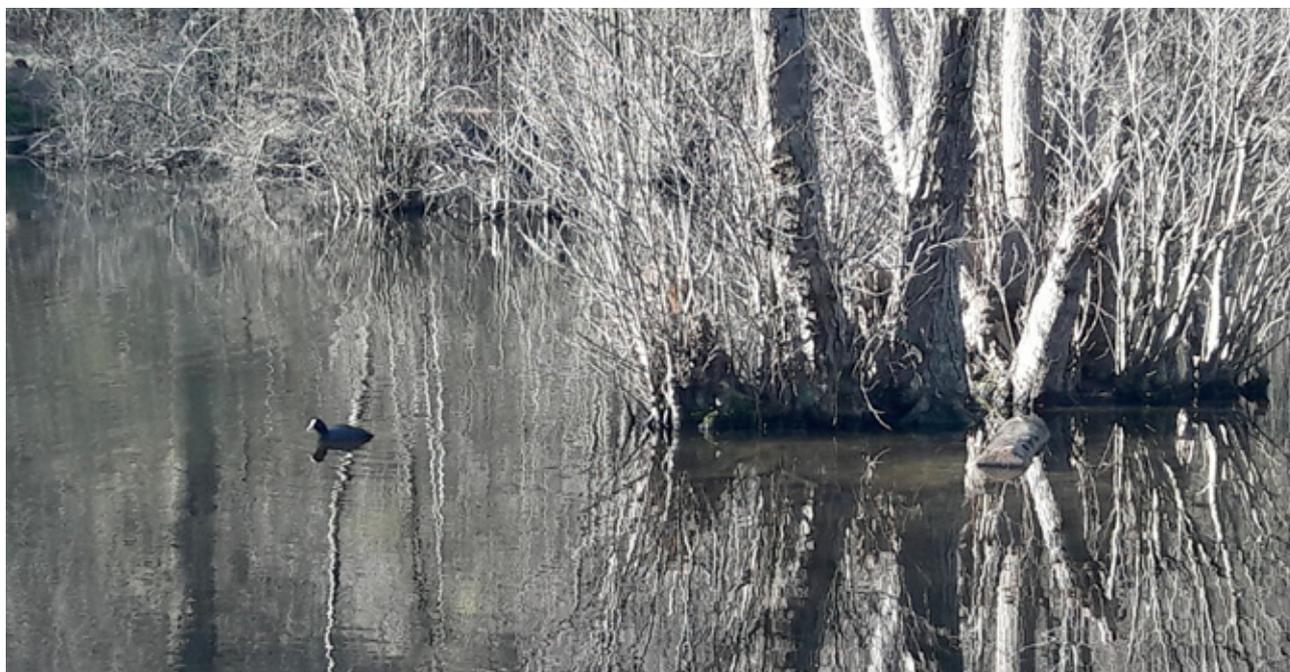


FIGURE 3.13 : ETANG RELATIVEMENT RECENT (PEUT-ETRE UNE CINQUANTAINE D'ANNEES) DE LA FORET DE MEUDON. IL FAIT PENSER AUX BAYOUS DU SUD EST DES ETATS-UNIS. IL NE FIGURE PAS SUR LES CARTES DE L'ONF OU DE L'IGN.

IL EST COMMUNEMENT APPELE « ETANG SANS NOM ». ON Y VOIT ICI UN FOULQUE MACROULE.

²⁴ Stephan Naman : « Les plantes et l'ancienneté de l'état boisé », brochure du CNPF, nouvelle édition 2018 ; ISBN 9782916525464

FACTEUR J : MILIEUX ROCHEUX

Les milieux rocheux abritent aussi des espèces propres et permettent le développement d'écosystèmes particuliers qui enrichissent la biodiversité de la forêt. Il n'y a pas de milieu rocheux à Meudon. Ce facteur est donc à 0 pour toutes les unités de gestion.

4 – Forêt de Meudon

La forêt de Meudon est une forêt domaniale de 1086 ha. C'est la plus proche de Paris. Elle est située à moins de quatre km du boulevard périphérique, au sud-ouest. C'est une forêt urbaine typique, car enserrée de toutes parts d'un tissu urbain continu et dense, de plus de 5 000 habitants/km² : Chaville, Sèvres, Meudon, Clamart dans les Hauts de Seine ; Viroflay, et Vélizy-Villacoublay dans les Yvelines. C'est une ancienne forêt royale initialement utilisée pour la chasse. Elle se trouve sur le plateau du Bassin parisien et sur le coteau de la vallée creusée par le ru Marivel à Viroflay, Sèvres et Chaville. Son altitude se situe entre 98 et 179 m.

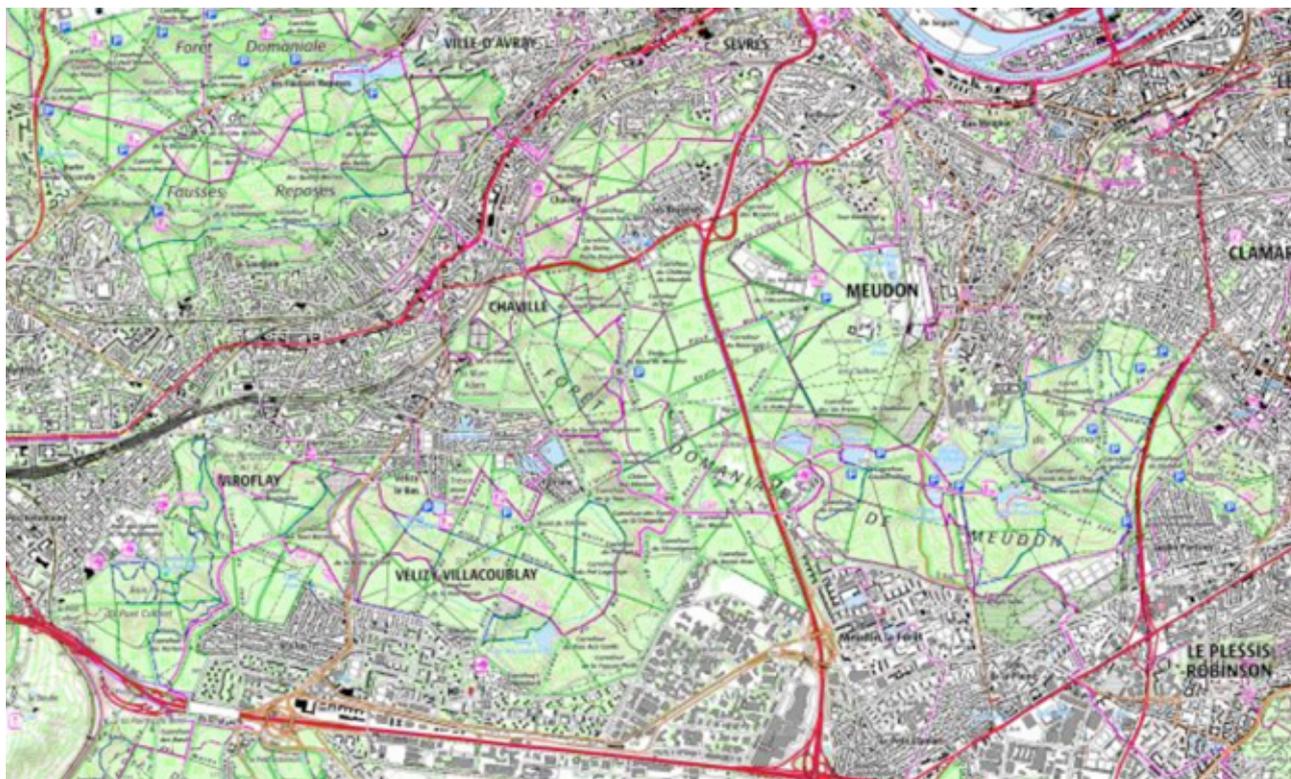


FIGURE 4.1 : PLAN DE SITUATION DE LA FORÊT DE MEUDON. Carte IGN au 1/25000 N° 2314 OT

La partie de la forêt de Meudon sur les territoires de Vélizy-Villacoublay, Sèvres, Chaville et Meudon, est recensée comme Grand Ensemble Naturel (ZNIEFF²⁵ de type 2 n° 1693). La forêt de Meudon abrite 7 étangs et des zones humides. L'ONF a constaté, dans son plan de révision d'aménagement forestier 2001-2021, que « les milieux humides (boisements humides tels que les aulnaies de bas de pente ou frênaies de thalwegs, mares, étangs, et leurs berges) représentent moins de 5% du massif de Meudon, mais presque 1/5 de la biodiversité et 1/3 de l'intérêt floristique ».

²⁵ ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

C'est le cas de l'aulnaie de bas de pente située à l'est de l'étang d'Ursine, que la route de Morte Bouteille sépare de l'étang. Une importante population de crapauds communs migre tous les ans en février-mars de la forêt vers l'étang pour sa reproduction et retourne ensuite à son habitat en forêt. Cette migration fait l'objet d'un comptage annuel par l'association Ursine Nature. Les résultats sont inventoriés par la Société Herpétologique de France (SHF) et le Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN). Cette espèce (fig. 4.2), bien que protégée, est exposée pendant ses migrations au passage des piétons et deux roues sur la route qui sépare la forêt (leur habitat) de l'étang et exposée moins souvent à l'exploitation forestière sur leur habitat.

Deux sites sont recensés comme Secteurs d'intérêt Biologique Remarquable (ZNIEFF de type 1) : l'étang de Meudon (ZNIEFF n°1688) et le marais de La Garenne (ZNIEFF n°1689).

Des décisions dites "fondamentales" dans la révision de l'aménagement forestier 2001-2021 (p.59) concernent 39 ha de milieux humides à intérêt écologique :

- 2 étangs : l'étang du Trou aux Gants et l'étang de la Garenne
- 2 secteurs d'aulnaie de bas de pente à proximité de l'étang d'Ursine (bas de la parcelle 73) et dans la parcelle 88. Il n'est cependant pas fait mention de la population de crapauds dont l'habitat se trouve sur les parcelles 70 et 73.
- 2 thalwegs : les fonds de Morval et le thalweg des Fonceaux.
- Une partie de la parcelle 77, après exploitation de sa peupleraie.



Figure 4.2 : LES CRAPELETS BUFO BUFO VONT INSTINCTIVEMENT VERS LEUR HABITAT EN FORÊT QUAND ILS SORTENT DE L'ÉTANG D'URSINE OÙ ILS SONT NÉS

Cependant, en pratique, ces bonnes intentions d'aménagement ont été suivies de peu d'effet durant ces 20 dernières années. L'étang du trou aux gants est toujours pollué par les eaux de voiries de Meudon-la-forêt ; l'aulnaie de bas de pente près de l'étang d'Ursine, habitat des crapauds *Bufo bufo* a été un moment programmée pour y effectuer des chemins d'exploitation mais les protestations du public ont écarté cette atteinte à la biodiversité.

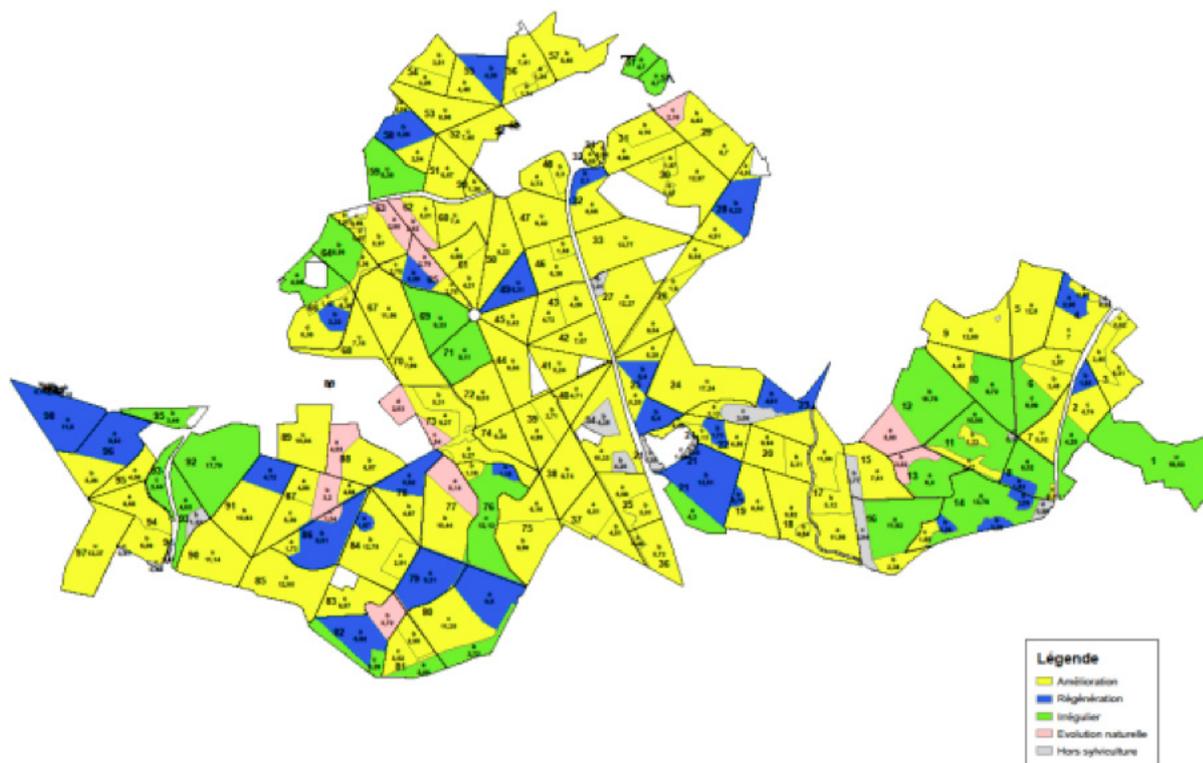


FIGURE 4.3 : CARTE ONF 2018 AVEC LES DIFFÉRENTS GROUPES D'AMÉNAGEMENT (Amélioration, Régénération, gestion par futaie irrégulière, évolution naturelle, hors sylviculture) SONT CODÉS PAR COULEURS. LES NUMÉROS DE PARCELLES ET D'UNITÉS DE GESTION, PEU LISIBLES ICI, PEUVENT SE RETROUVER FACILEMENT SUR LA FIGURE 6.2

Les observations des associations locales concernant le respect de la biodiversité et des paysages forestiers ont pour but de ramener la gestion forestière à toutes ses missions reconnues comme « fondamentales » dans les plans d'aménagement.

La forêt de Meudon est divisée en 98 parcelles (voir figure 4.3). Une parcelle forestière est, en principe, délimitée de façon stable dans l'espace (limites marquées par des chemins, fossés, numéros sur quelques arbres) et dans le temps. Les parcelles n'ont pas vocation à changer d'un plan de gestion à l'autre (tous les vingt ans environ). Elles sont divisées au besoin en Unités de Gestion (UG) lorsqu'une parcelle comprend des peuplements différents qui demandent des interventions différentes : par exemple, un jeune peuplement de châtaignier à côté d'un peuplement plus âgé dominé par le chêne. En revanche, les UG peuvent changer d'un plan au suivant.

Les UG sont classées lors de chaque plan de gestion en «groupes d'aménagement» caractérisés par le type d'actions que l'ONF a prévu d'y mener : pour la futaie régulière, la plus importante jusqu'à 2020, on a distingué les groupes d'amélioration dans lesquels sont menées des éclaircies et les groupes de régénération dans lesquels le renouvellement du peuplement est enclenché. Le plan d'aménagement en vigueur (2001-2020) lors de ce travail d'inventaire comprenait les cinq groupes d'aménagement suivants.

- Amélioration (étapes de gestion en futaie régulière)
- Régénération (naturelle ou par plantation)
- Irrégulier (gestion en futaie irrégulière qui à terme, donne des arbres d'essences variées de tous les âges)
- Evolution naturelle
- Hors sylviculture

Certaines UG classées « évolution naturelle » et celles « hors sylviculture » ne sont pas de la forêt (étangs, pelouses et parc communaux) et nous n'avons donc pas eu à toutes les inventorier.

La gestion en futaie régulière passe par les étapes de « Régénération » et des étapes successives en « Amélioration » avant la coupe finale de toute l'unité de gestion. En futaie irrégulière, il n'existe plus de distinction entre groupes d'amélioration et de régénération, les deux actions étant conjuguées par les coupes dites «jardinatoires». C'est pourquoi ce classement évolue lors du nouvel aménagement qui adopte ce mode de gestion.

L'IBP s'applique à des peuplements de même type. Chaque UG a généralement un peuplement homogène, aussi a-t-on adopté cette division comme base des relevés (voir carte des UG représentée à la figure 4.3). Dans certains cas, deux unités de gestion contiguës avec les mêmes peuplements ont été regroupées dans un même relevé. Il peut s'agir d'unités de gestion (UG) d'une même parcelle ou bien représentant une continuité entre deux parcelles voisines. Pour les relevés IBP, l'ensemble de la forêt est ainsi constitué de 193 parties que l'on continuera à appeler Unités de Gestion ou UG par la suite.

Les proportions respectives des essences mentionnées par l'ONF en volumes aérien de bois (volumes commerciaux comprenant le tronc et les branches de diamètre supérieur à 7 cm) sont :

Châtaignier	39%
Chêne sessile	30%
Chêne pédonculé	10%
Frêne	5%
Erable Sycomore	3%
Hêtre	3%
Charme	2%
Bouleau	1%
Erable Plane	1%
Merisier	1%
Tilleul	1%
Chêne rouge d'Amérique	1%
Autres	3%

Les chênes et châtaigniers représentent près de 80% du volume de bois à eux seuls. Malgré l'apparente rareté des espèces secondaires listées ci-dessus, le repérage de cinq d'entre elles pour obtenir le score maximum du facteur A est généralement très rapide car ces espèces sont bien présentes mais dispersées, surtout en lisière. D'ailleurs, après une coupe rase, il suffit de trois ans pour que ce facteur retrouve le score 5. Il n'en est évidemment pas de même pour les autres facteurs qui demandent près de cent ans pour récupérer après une telle coupe.

Cette forêt au milieu de l'agglomération est très visitée par le public. En octobre, le ramassage des châtaignes est une activité traditionnelle qui fait la joie de beaucoup d'adeptes.

5. Protocole des relevés

Avec notre projet de suivi à long terme, il est important que les relevés d'aujourd'hui et ceux des années à venir suivent un même protocole bien défini. Nous avons utilisé la fiche de relevés IBP version 2.7 AC (voir la fiche en Annexe 1) tout au long de la campagne de relevés. Cependant pour aider nos stagiaires et bénévoles, nous nous sommes permis de simplifier la fiche standard en restreignant les informations à celles qui sont propres à la région pour les arbres autochtones. Les résultats de l'inventaire seront comparés au suivant, dans au moins 10 ou 20 ans par des personnes différentes. Le protocole doit donc être stable et précis. L'essentiel est consigné sur la fiche de terrain représentée à l'annexe 2. Il faut y ajouter les détails suivants :

Pour le facteur D : Gros bois mort au sol (BMS) : Nous avons noté qu'en pratique, dans une forêt exploitée il y a des souches qui ne peuvent pas compter comme bois mort sur pied (facteur C), car elles sont trop basses, toutefois lorsque leur hauteur dépasse 40 cm et leur diamètre 1 mètre nous les avons comptabilisées comme bois mort au sol, facteur D (Figure 5.1).



FIGURE 5.1 : SOUCHE DE PLUS DE 40 CM DE HAUT ET 1M DE LARGE QUE L'ON ASSIMILE A DU GROS BOIS MORT AU SOL

Facteur E : Très gros bois vivant (TGB) : Dans le cas d'un tronc multiple de diamètre global supérieur à 70 cm, seulement le ou les troncs qui font plus de 70 cm de diamètre à 1,3 m de hauteur peuvent être comptés. Si la partie commune des deux troncs dépasse la hauteur de 1,3 m, un œil entraîné peut évaluer les diamètres.

Facteur F : Arbres vivants porteurs de dendro-microhabitats :

- Cavité de pied : Comme on peut le voir sur la fiche de définition de l'annexe 2, en plus d'avoir une ouverture équivalente à la surface d'un cercle de 10 cm de diamètre, les cavités de pied (bois carié ou pas) doivent avoir 10 cm de profondeur pour être

reconnues comme telles. Cette profondeur se mesure à partir de l'aplomb de la surface supérieure de la cavité.

- Cavité remplie d'eau : Par temps sec toutes les cavités qui ont été remplies se trouvent à sec. Comment juger par temps sec ? On ne compte que celles qui sont vraiment humides par temps sec ou vraiment remplies d'eau par temps pluvieux.

De façon générale, un peu de bon sens guide la marche à suivre pour les cas atypiques et rares.

6. Résultats des campagnes de mesures

Les relevés se sont déroulés de janvier 2019 à septembre 2021. Deux bénévoles et cinq stagiaires de niveau BTS-GPN ou master y ont contribué. Les données issues des fiches de relevés ont été rassemblées dans une base de données dont un extrait est représenté sur le tableau 6.1.

6.1 Base de données

Les scores de l'IBP comprenant les 10 facteurs (colonne jaune de droite notée « IBP total, en % », sur le tableau 6.1), se situent entre 14 et 90% du score maximum suivant les UG (unité de Gestion). Les facteurs de A à G sont représentatifs de la gestion et des peuplements ; leur somme pour chaque UG est très importante à connaître. Concernant le détail, seul le facteur A, représentatif de la diversité des espèces est pratiquement toujours égal au score maximum de 5. Concernant les facteurs liés au contexte, le facteur H (ancienneté de la forêt) est à 5 pour la grande majorité de la forêt ; le facteur I (milieux humides) est le plus souvent à 0 mais peut atteindre 2, rarement 5 ; le facteur J (milieux rocheux) est à 0 pour toutes les UG.

Le suivi de l'inventaire IBP demande un archivage des résultats en plusieurs lieux sûrs. La base de données de l'inventaire sera communiquée à l'agence régionale de l'ONF et au centre d'archivage d'AgroParisTech et à Pierre Gonin pour le CNPF. Les mairies des communes périphériques seront aussi contactées. D'autres organismes peuvent en faire la demande à Chaville Environnement.

TABLEAU 6.1: EXTRAIT DE LA BASE DE DONNÉES EXCEL DES RELEVÉS SUR LE TERRAIN. LA SOMME DES SCORES DES 10 FACTEURS DE L'IBP SONT NOTÉS DANS LES COLONNES EN JAUNE EN NOMBRE DE POINTS SUR 50 ET EN % DE CE MAXIMUM. LES COLONNES VERTES DONNENT LE NOMBRE DE POINTS SUR 35 ET EN % DE CE MAXIMUM POUR L'IBP GESTION, CALCULÉ SUR LES SEPT PREMIERS FACTEURS

Groupe aménagement Chaville	Parcelle et Unité de gestion ONF	surface en ha	IBP forêt de Meudon v. 2.7; relevés 2019							IBP peuplement de A à G		IBP contexte					IBP TOTAL		date première évaluation	noms des évaluateurs
			A - essences autochtones	B - Structure verticale	C - gros bois mort sur pied	D - gros bois mort au sol	E - Très gros arbres vivants	F - microhabitats sur arbres vivants	G - milieu ouvert	nombre de A à G (valeur absolue)	IBP de A à G (en %)	H - continuité temporelle en forêt	I - milieux humides	J - Milieux rocheux	somme absolue	en %	absolu	en %		
IRR	01u	19,53	5	5	0	2	2	2	2	18	51%	5	2	0	7	47%	25	50%	14/05/19	FG; DM
IRR	02a	4,28	5	5	0	0	5	5	2	22	63%	5	0	0	5	33%	27	54%	05/03/2019	JCD
REG	02b	1,65	5	5	0	0	0	5	2	17	49%	5	0	0	5	33%	22	44%	15-mai-20	JCD; CSdS
AME	02c	4,74	5	2	0	0	2	5	2	16	46%	5	0	0	5	33%	21	42%	15-mai-20	JCD; CSdS
AME	03a	5,31	5	5	2	5	2	5	2	26	74%	5	0	0	5	33%	31	62%	06/03/2019	PA + lisières CSdS
AME	03b	3,45	5	5	0	2	0	5	5	22	63%	5	0	0	5	33%	27	54%	4 juin 19	FG
AME	03c	0,62	5	2	0	5	2	5	2	21	60%	5	0	0	5	33%	26	52%	18-mai-20	CSdS
REG	04a	2,95	5	5	2	5	2	5	5	29	83%	5	0	0	5	33%	34	68%	13-mars	JCD; PA
AME	04b	0,87	5	2	0	0	2	5	2	16	46%	5	0	0	5	33%	21	42%	18-mai-20	CSdS
AME	04c	7,00	5	5	2	0	5	5	5	27	77%	5	0	0	5	33%	32	64%	4 juin 19	FG
Autre	04d	0,22	2	0	0	0	5	5	2	14	40%	0	0	0	0	0%	14	28%	06/03/2019	JCD
AME	05u	12,80	5	5	2	2	5	5	5	29	83%	5	2	0	7	47%	36	72%	20/03/2019	PA
AME	06a	3,87	5	5	0	0	0	2	5	17	49%	5	0	0	5	33%	22	44%	04/06/19	DM; FG
AME	06b	3,48	5	5	0	0	5	5	2	22	63%	5	0	0	5	33%	27	54%	14-mai-20	CSdS

6.2 Représentation des données brutes à l'échelle du massif

Voici tout d'abord deux modes de représentation graphique rendant compte des résultats bruts des fiches de relevé.

6.2.1 Histogramme des scores

Le type d'histogramme, représenté à la figure 6.1, est conseillé par les créateurs de l'IBP. Il permet de visualiser le pourcentage de la surface totale de la forêt occupé par chaque score (0, 2 et 5), et ceci pour chacun des dix facteurs. La lecture est relativement simple pour le gestionnaire. Améliorer l'IBP nécessite de réduire les barres rouges et oranges (représentatives des scores 0 et 2) au profit des barres vertes (score 5). La gestion ne peut agir que sur les sept premiers facteurs et on voit clairement que parmi ceux-ci, les deux qui représentent le bois mort sont les plus carencés. De façon plus générale, l'amélioration du score global de la forêt demande une modification des pratiques d'exploitation de façon à laisser un plus grand nombre de gros bois morts au sol et sur pied (au moins 3 par ha), en laissant un plus grand nombre de très gros arbres vivants (5 par ha) et dans une moindre mesure, en réduisant l'importance des milieux ouverts.

Il est nécessaire de garder les très gros arbres, ce qui permettra d'améliorer le facteur E (TGB), mais améliorera aussi le facteur F des dendro-microhabitats qui sont principalement associés à ces gros arbres. A terme cela pourra générer le gros bois mort (facteurs C et D) qui manque de façon générale dans cette forêt car le mode d'exploitation n'en laisse pas suffisamment. En effet, il n'y aura pas de gros bois mort avant environ un demi-siècle sur une parcelle où tous les arbres ou presque, ont été coupés lors d'une coupe de régénération précédente. Pour une unité de gestion traitée en futaie régulière, une coupe de régénération est en quelque sorte le départ d'une nouvelle vie qui durera environ un siècle. Il y a aussi un potentiel d'amélioration du facteur G qui évalue les milieux ouverts. En effet, il faut un peu de milieux ouverts (jusqu'à 5% de la surface), mais au-delà de 5%, les écosystèmes forestiers déclinent car exposés à trop de lumière. Or plus de la moitié de la surface de la forêt de Meudon dépasse cette limite. Cette forêt gagnerait à se densifier, plutôt qu'à s'éclaircir, ce qui demanderait de laisser les arbres grandir plutôt que les couper trop jeunes.

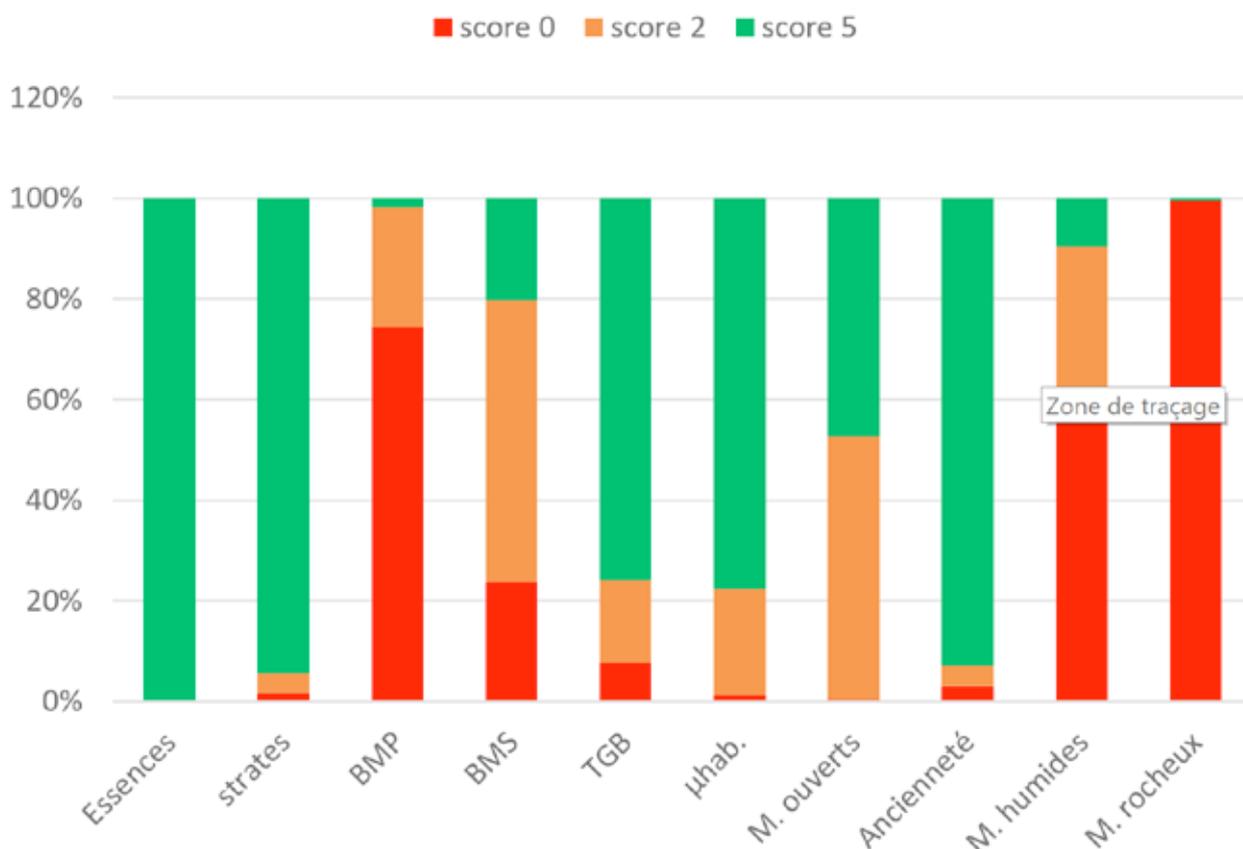


FIGURE 6.1 : RÉPARTITION DES SCORES POUR LES DIX FACTEURS DE L'IBP. ON REMARQUE LES IMPORTANTS MANQUES DE BOIS MORTS (BMP ET BMS) ET UN CERTAIN EXCES DE MILIEUX OUVERTS.

Le nouveau mode d'exploitation en futaie irrégulière devrait, en principe, favoriser la biodiversité et tirer l'IBP vers le haut.

Les sept premiers facteurs de l'IBP constituent un bon outil pour évaluer l'intérêt écologique du changement de gestion sur l'accueil de la biodiversité. Idéalement, toutes les parcelles et UG doivent atteindre le score maximum pour tous les facteurs de gestion. Nous sommes bien conscients que cette amélioration n'interviendra que s'il est bien prêté attention à laisser suffisamment de très gros arbres vivants et de gros bois morts lors du martelage, des coupes, et du débardage, mais aussi si les plans d'aménagement de l'ONF ne pèsent pas trop sur la forêt par des prélèvements excessifs, c'est à dire supérieurs à la croissance naturelle.

Cependant, l'annonce du changement de gestion en futaie irrégulière, a coïncidé avec la parution du nouveau Plan Régional de la Forêt et du Bois (PRFB). Celui-ci demande aux forestiers d'intensifier l'exploitation. Le nouveau plan de gestion 2021-2040, dévoilé en 2021 n'est encourageant ni pour la biodiversité, ni pour les paysages forestiers, car le volume annoncé des coupes annuelles moyennes sur la période de vingt ans a doublé (5400 m³/an) par rapport à celui du plan précédent (2700m³/an) et dépasse largement l'accroissement naturel (4200 m³/an) !

Les concepteurs de l'IBP recommandent aux gestionnaires de garder au moins 3 BMP/ha et 3 BMS/ha de 40 cm de diamètre ainsi que 5 TGB/ha pour maximiser l'IBP des parcelles. Les standards de gestion actuels de Meudon sont beaucoup moins ambitieux : ils se contentent de 1 BMS/ha de 30 cm de diamètre.

6.2.2 Cartographie codée par couleurs

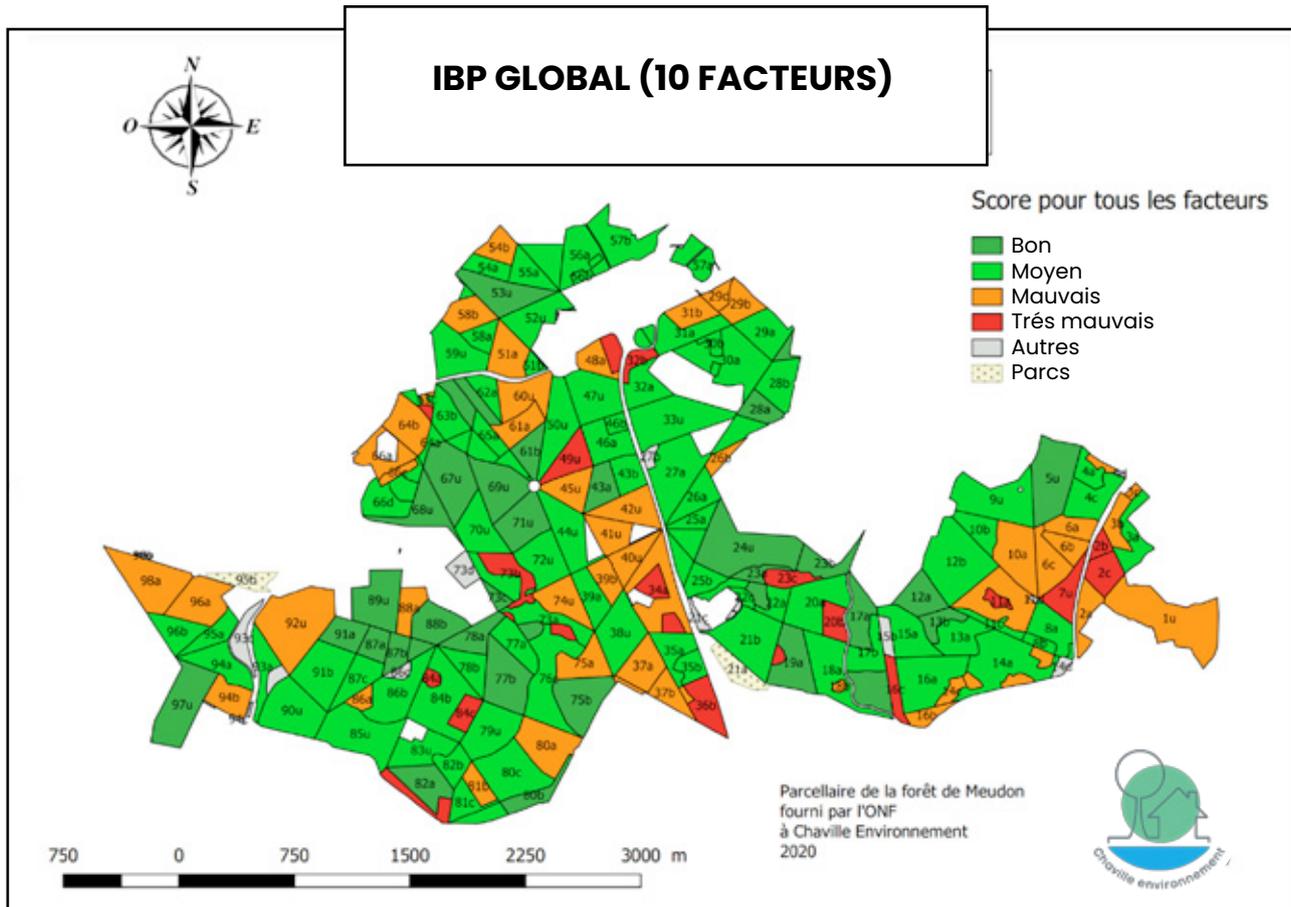


FIGURE 6.2: IBP GLOBAL (LES 10 FACTEURS) DE LA FORET DE MEUDON PAR « UNITE DE GESTION » (UG). Carte établie par Malaïka Urie et Camille Sylvestre de Sacy.

Le second mode de représentation des données brutes est un ensemble de cartes réalisées pour le massif forestier de Meudon par Malaïka Urie et Camille S. de Sacy²⁵ en utilisant le logiciel Qgis. L'ONF nous a gracieusement fourni le fond de carte des unités de gestion, compatible avec ce logiciel. Treize cartes sont représentées à l'Annexe 3. Les trois premières représentent respectivement, en % de la valeur maximale :

- i) La somme des dix facteurs, A à J, c'est l' « IBP global »
- ii) La somme des sept facteurs A à G, c'est l' « IBP gestion »
- iii) La somme des trois facteurs H, I, J, liés au contexte, l' « IBP contexte »

²⁵ Malaïka Urie, stagiaire BTS-GPN, lycée Henri Queuille à Neuvic ; Camille Sylvestre de Sacy, stagiaire Master recherche Cinéma et Audiovisuel; Nanterre Université.

Les dix autres cartes représentent chaque facteur individuellement. La carte de l'IBP global est aussi représentée sur la figure 6.2. Ce mode de représentation donne une vue d'ensemble de la répartition géographique des zones à fort et à faible IBP. Le massif forestier de Meudon a des indices IBP très perfectibles, mais meilleurs que ceux du massif de Fausses Reposes voisin. Pour mieux juger de la gestion, on s'intéresse plus particulièrement à l'IBP gestion (somme des 7 premiers facteurs). Il faut bien voir que même avec un IBP à 100%, on serait loin d'atteindre la richesse d'une forêt primaire qui met une dizaine de siècles à s'enrichir. Rappelons que l'IBP est un outil de forestier. Un score de 100% pour une parcelle indique qu'elle est en bonne santé et est bien gérée pour son exploitation. Pour les évaluateurs qui ont parcouru des centaines de km pour ces relevés dans les forêts de Fausses Reposes et de Meudon, les paysages forestiers qu'offrent les parcelles dont l'IBP est supérieur à 90%, sont clairement plus reposants et correspondent beaucoup plus à ce qu'attend la personne qui a besoin de se ressourcer en allant se promener en forêt et le public en général en quête d'une forêt naturelle et une canopée de vieux arbres.

Ainsi, on a pu constater que l'IBP créé pour une exploitation raisonnée est un outil très puissant pour évaluer à la fois les trois fonctions caractérisant le développement durable : la fonction biodiversité, la fonction sociale jugée prioritaire pour les forêts urbaines et la fonction économique car celle-ci repose sur la bonne santé d'une forêt avec un IBP gestion proche de 100%.

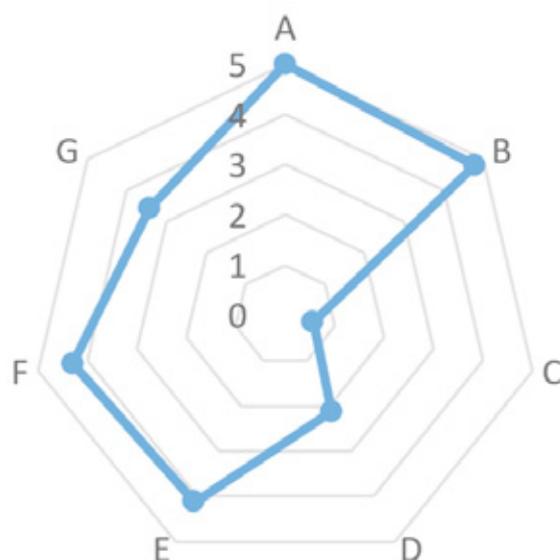
6.3 IBP moyen à l'échelle du massif

6.3.1 Le diagramme de type RADAR

La représentation par un diagramme de type « RADAR » figure sur les fiches IBP. Ce diagramme n'est proposé qu'à l'échelle du peuplement (UG). On l'utilise ici pour toute la forêt de façon à représenter en un seul diagramme simple les sept facteurs liés à la gestion et les trois autres liés au contexte. Chaque branche de ces diagrammes (fig. 6.3), est le résultat du calcul, pour chacun des dix facteurs, de la moyenne pondérée²⁷ par les surfaces, des scores de toutes les UG du massif forestier.

²⁷Des explications de calcul pratique et facile des opérations de moyenne pondérée avec le tableur Excel se trouvent à l'adresse internet : <http://formations-excel.blogspot.com/2017/02/formule-de-la-moyenne-ponderee.html?m=1>

Facteurs liés à la gestion



Facteurs H,I,J, de contexte

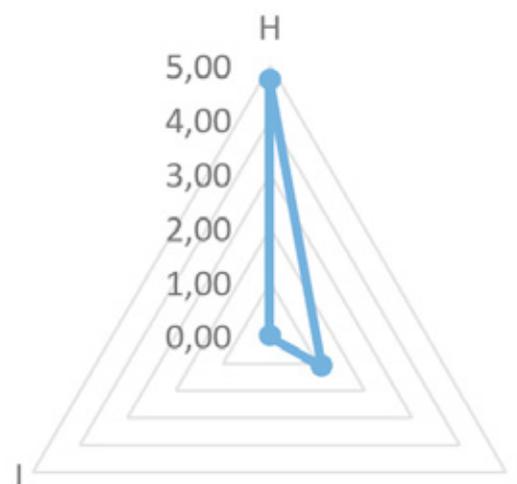


FIGURE 6.3 : FORET DE MEUDON : DIAGRAMMES DE TYPE RADAR REPRÉSENTANT LES MOYENNES PONDÉRÉES PAR LES SURFACES POUR CHAQUE FACTEUR DE L'IBP. EN HAUT, LES SEPT FACTEURS LIÉS À LA GESTION ; EN BAS, LES TROIS FACTEURS LIÉS AU CONTEXTE.

6.3.2 Représentation de l'IBP du massif forestier par un seul chiffre

Nous avons également calculé l'IBP de tout le massif en prenant la moyenne pondérée de l'IBP global de toutes les unités de gestion qui sont réellement forestières. Sont exclus les étangs, parcs, et les UG de type HSY qui sont « hors sylviculture ». Le résultat porte sur 961 ha et résulte en un IBP global de 61,4% et un IBP Gestion de 70,9 % pour le massif forestier. Ce dernier chiffre est le plus important pour notre projet de suivi de l'IBP puisque les facteurs de contexte ne changeront pas ou très peu. C'est la référence à laquelle il faudra comparer le résultat du prochain inventaire dans une vingtaine d'années. Cependant pour être exploitable sur le moyen et long terme nous

recherchons une précision d'environ $\pm 1\%$. La précision est primordiale pour le suivi de l'IBP à long terme. Il paraissait ambitieux au départ du projet de pouvoir obtenir une précision de l'ordre du pourcent avec la grosse granularité des scores pour chaque facteur (0, 2 ou 5). De plus, on a pu remarquer que la même personne ou bien deux personnes différentes réalisant deux fois le même relevé, aboutissent parfois à des résultats qui peuvent différer de 10%. Alors quelle précision attendre pour cet IBP gestion de 70,9 % ?

Pour évaluer de façon empirique la qualité des relevés, nous avons divisé le massif forestier en deux moitiés, de surfaces équivalentes pour comparer leurs deux IBPs propres. La première moitié comprend les parcelles 1 à 49, elle couvre 477 ha. La seconde comprend les parcelles restantes et couvre 484 ha. Les valeurs d'IBP gestion (facteurs A à G) pour ces deux moitiés sont respectivement de 70% et 71,7% ; leur écart par rapport à l'IBP-gestion de toute la forêt (70,9%) est moins de 1%. Les chiffres pour l'IBP global (les 10 facteurs) des deux moitiés de forêt sont respectivement 60,1% et 62,6%, ce qui les éloignent d'un peu plus d'un pourcent de l'IBP global de toute la forêt (61,4%). Ces chiffres indiquent une précision de l'ordre du pourcent, ce qui devrait permettre de détecter un éventuel changement, même minime, de l'IBP lors des futures campagnes de relevés.

$$\begin{aligned} \text{IBP Gestion (7 facteurs de A à G)} &= 70,9 \% \pm 1\% \\ \text{IBP global (les 10 facteurs)} &= 61,4 \% \pm 1\% \end{aligned}$$

Ainsi, l'argument de l'imprécision pour invalider l'IBP dans le projet de suivi des forêts dans le temps ne semble pas fondé pour la forêt de Meudon. On avait également trouvé une bonne précision à la suite de l'inventaire de la forêt de Fausses Reposes⁸. Au-delà de la définition précise des scores des dix facteurs, deux éléments permettent cette bonne précision : ce sont d'une part, la bonne homogénéité de la forêt et de sa gestion et d'autre part sa division en un grand nombre d'Unités de Gestion (169 UG).

Ainsi, ce type d'inventaire sur une forêt homogène pouvant être divisée en plus de 150 parties devraient permettre de suivre tous les dix ou vingt ans l'évolution de la capacité d'accueil de sa biodiversité.

6.4 Analyse critique de l'IBP

Nous venons de voir que l'IBP est un indicateur précis pour alerter suffisamment tôt le gestionnaire et les associations d'un changement significatif de la capacité d'accueil de la biodiversité dans une forêt. S'il y a changement à l'avenir, il faudra en investiguer les causes. Quels facteurs auront changé ? Plus de bois mort et de gros arbres indiqueront une amélioration des pratiques de gestion, mais pas obligatoirement celle de la biodiversité réelle. Ceci nous conduit à investiguer les dires des professionnels sur les limites de l'IBP, et aussi faire une revue des menaces pour la faune, la flore, les champignons, les sols et les écosystèmes forestiers.

Les créateurs de l'IBP sont restés très prudents sur son domaine d'utilisation. L'ONF et la FNCOFOR²⁸ ont évalué l'IBP par rapport à leurs besoins. Tous reconnaissent son intérêt pour évaluer les bonnes pratiques de gestion et aussi pour la formation des techniciens forestiers, des élus et des nouveaux venus non professionnels. Ils ont aussi émis des réserves concernant le suivi de la biodiversité réelle de nos forêts avec l'IBP. Les créateurs de l'IBP précisent⁷ les domaines de validité dont ils étaient raisonnablement sûrs à l'époque de sa création. Concernant notre application, ils recommandent de ne pas utiliser l'IBP à l'échelle du massif forestier s'il est composé de peuplements très diversifiés. « *Des dynamiques complexes agissent à cette échelle spatiale et l'IBP ne permet pas de les prendre en compte* ». Pierre Gonin, tout en incitant à la prudence, pense que pour certaines forêts suffisamment homogènes, le suivi à long terme devrait pouvoir se faire de cette façon²⁹.

Notre commentaire : c'est ce que nous avons fait et ce suivi semble pertinent. L'ONF en 2011 a choisi de ne pas utiliser l'IBP pour la gestion des forêts publiques françaises³⁰. Le principal argument était que l'IBP ne correspondait que partiellement à leurs objectifs contractuels du moment. Par contre, ils reconnaissent que les sept facteurs liés à la gestion correspondent bien à une partie de leurs préoccupations. Pour la pertinence du suivi, deux critiques subsistent i) on n'a pas la preuve que l'IBP corresponde bien à la biodiversité réelle ii) L'indice n'est pas suffisamment précis et dépend trop de l'opérateur qui fait les relevés.

Notre commentaire : l'utilité de l'IBP n'est pas dans le fait qu'elle représente ou pas la biodiversité réelle, mais qu'elle évalue correctement la gestion de la forêt. Il est vrai que l'IBP n'est pas assez précis sur une seule parcelle ou une petite forêt, mais nous montrons qu'elle peut être très précise pour une forêt de plusieurs centaines d'hectares divisée en un grand nombre de parties évaluées indépendamment.

L'agence Île-de-France ouest de l'ONF³¹, gestionnaire de la forêt de Meudon, déclare être intéressée par l'IBP, mais a besoin d'indicateurs complémentaires. L'agence pose aussi la question de l'applicabilité de l'IBP à l'échelle du massif forestier.

Notre commentaire : Pour le dernier point, tout dépend de l'application. Nous ne cherchons pas à comparer deux forêts très différentes, mais à comparer à plusieurs années d'intervalle la même forêt et pensons comme Pierre Gonin que dans ce cas l'IBP peut être utilisé à l'échelle du massif forestier.

²⁸ FNCONOR : Fédération nationale des Communes Forestières. Celles-ci sont propriétaires d'une partie des forêts publiques.

²⁹ Pierre Gonin, Communication privée

³⁰ Vincent Boulanger et al.; « Est-il pertinent d'utiliser l'Indice de Biodiversité Potentielle dans la gestion courante des forêts publiques ? » ; ONF_RDVT_31, p74-78. Mars 2011.

³¹ M. Béal. Directeur de l'agence Ile de France Ouest de l'ONF. Communications lors de comités de forêt (2018).

³² M. de Brito. Responsable Unité territoriale à l'ONF. Communication privée

- La FNCOFOR³³ (2012), qui rassemble les communes forestières françaises émet aussi un avis peu de temps après celui de l'ONF en 2011. En ce qui concerne le suivi de la biodiversité, deux critiques émergent i) un manque de précision ii) la variété des espèces et leurs interactions ne sont pas clairement identifiées par l'IBP

Notre commentaire : Nous avons déjà répondu à la question de la précision. Pour ce qui est de la seconde question, le fait que les interactions entre espèces ne soient pas bien identifiées n'est pas un problème pour notre étude.

Avec près de 80% de châtaigniers et de chênes, on peut espérer une bonne homogénéité de peuplements, même s'ils ne sont pas tous du même âge. La carte de l'IBP global de la fig. 6.2, montre que la plupart des UG ont un IBP situé entre 50 et 70%. Notre but est la comparaison précise de l'IBP d'une même forêt à intervalles de temps de l'ordre de 10 ou 20 ans. La précision est obtenue grâce au grand nombre d'UG évaluées. Le manque de précision évoqué par l'ONF et la FNCOFOR est ainsi résolu pour cette forêt et son grand nombre d'unités de gestion.

Un problème non avoué par les gestionnaires avec l'IBP est aussi que leurs contraintes de type économique sont souvent contradictoires avec les recommandations de l'IBP. L'IBP est un outil gênant pour celui qui ne veut pas de contrôle dans ce qu'il fait.

6.5 Enseignements des inventaires IBP

Cet inventaire de la forêt de Meudon et celui de Fausses Reposes qui l'a précédé, nous ont fait parcourir des centaines de km sur les 1700 ha de ces deux massifs forestiers. Les évaluateurs IBP voient désormais la forêt avec un autre œil qu'on peut appeler « œil IBP ». C'est un œil de forestier puisque l'IBP est fait par des forestiers pour les forestiers. Ces observations et les informations que l'ONF nous apporte, amènent à faire les remarques suivantes :

- Ces forêts étaient le plus souvent agréables à parcourir pour leur paysage. La diversité des espèces d'arbres est satisfaisante du point de vue de l'IBP malgré une nette dominante des châtaigniers et des chênes. Les quatre strates requises sont présentes sur la majeure partie des peuplements. Les deux facteurs relatifs au bois mort sont déficients. Le passage annoncé à la futaie irrégulière, par son principe de mélange des âges et des espèces sur un même peuplement, semble être la bonne décision pour pouvoir à l'avenir, maximiser tous les facteurs et avoir une gestion optimum pour la biodiversité et la pérennité de la forêt. Par contre le choix des moyens, mécanisation intensive pour l'exploitation ou d'autres, bien plus respectueux de l'environnement, peuvent faire une grande différence sur les résultats.

³³ FNCOFOR (Fédération Nationale des Communes Forestières) : « Recueil d'expériences en forêt communale sur l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) » février 2012.

- La forêt de Meudon, comme celle de Fausses Reposes³⁴, manque de gros bois mort sur pied et au sol. Rappelons que ce bois mort est nécessaire à la forêt. Il est à la base de la chaîne alimentaire de l'écosystème forestier. Les champignons et les insectes xylophages³⁵ décomposent le bois, et sont des proies pour les oiseaux et autres animaux. Les minéraux nécessaires à la croissance des arbres quittent la forêt avec le bois mort après la récolte. Il faut en laisser un minimum. Cette information répétée tous les ans à l'ONF a produit quelques bons résultats ponctuels (fig. 6.4), mais ne laisse pas entrevoir de changement suffisant sur les facteurs C et D de l'ensemble de la forêt à long terme.

- **La biodiversité ainsi que la capacité d'accueil mesurée par l'IBP, ne peut que se détériorer avec l'intensification de l'exploitation.**

- Les arbres, les écosystèmes forestiers et les forêts mettent des siècles à arriver à maturité, de l'ordre de 1000 ans d'après les créateurs de l'IBP et le célèbre botaniste Francis Hallé³⁶. La moyenne d'âge des arbres des forêts française est de l'ordre de 36 ans, ce qui est très jeune. Une méthode approximative pour évaluer l'âge moyen des arbres d'une forêt est de diviser son volume de bois vivant par la croissance naturelle. A Meudon³⁷, avec un volume de bois sur pied de 241 m³/ha moyen et un taux d'accroissement naturel de 4,3 m³/ha/an, l'âge moyen des arbres serait de l'ordre de 56 ans. C'est très jeune à l'échelle de temps des arbres, des écosystèmes et des forêts. Ainsi, se pose la question de la définition de l'ancienneté d'une forêt exploitée. Est-ce le temps de l'existence de la forêt sur sa surface actuelle, ou est-ce l'âge moyen des arbres ? Il est certain que pour la plupart des forêts françaises qui sont exploitées en régénération par coupes rases, ce qui était le cas pour 92% du massif de Meudon jusqu'en 2020, on peut penser que l'âge effectif de l'écosystème forestier est plutôt proche de celui de l'âge moyen des arbres.



FIGURE 6.4 : CET ELAGAGE DE SÉCURITÉ REMPLIT SA FONCTION EN LAISSANT TOUT LE BOIS MORT SUR PLACE, CE QUI CONVIENT À LA BIODIVERSITÉ ET À LA SEQUESTRATION DU CARBONE.

³⁴L'inventaire de la forêt de Fausses Reposes avec l'IBP avait aussi constaté un fort manque de bois mort sur pied et au sol.

³⁵Xylophage : qui mange le bois.

³⁶Francis Hallé ; Pour une forêt primaire en Europe de l'Ouest. Actes Sud (2021).

³⁷ONF: Présentation publique du projet d'aménagement forestier 2021-2040 (déc. 2021).

7. Le rôle de l'homme et de la société pour l'avenir des forêts

La forêt de Meudon étant emblématique des forêts urbaines et de leur multifonctionnalité – accueil du public, biodiversité et exploitation du bois –, la question de son devenir devant l'accélération des dérèglements climatiques et de l'effondrement de la biodiversité, devient cruciale. Le fait que l'homme soit responsable des émissions des gaz à effet de serre, que les choix des sources d'énergie lui incombent directement avec des conséquences économiques, et surtout le fait qu'il soit partie intégrante de la nature dans un même écosystème, conduisent à considérer que les enjeux pour l'avenir de nos forêts sont de nature sociétale.

Le climat impacte nos forêts. L'exploitation de nos forêts impacte le climat et cela peut être mesuré par l'empreinte carbone de cette exploitation. France Stratégie vient de produire pour le ministère de la Transition Ecologique, une analyse de l'empreinte carbone³⁸ pour l'ensemble des forêts françaises. D'après le CITEPA³⁹, leur rythme annuel d'absorption du CO₂, appelé puits de carbone, a diminué de moitié en une dizaine d'années, de 60 Mt CO₂/an entre 2008 et 2010 à 30 Mt CO₂/an entre 2020 et 2022. Comme l'exploitation de la forêt publique s'opère par massif, l'établissement de bilans carbone par massif constituerait un guide important pour l'action des gestionnaires en faveur de la séquestration de carbone, sinon chacun d'eux continuera d'ignorer cet aspect.

La vision anthropocentrée, où l'homme domine la nature est totalement obsolète et doit être abandonnée pour une vision écocentrée, dans lequel l'homme est intégré dans un seul écosystème. La figure 7.1 illustre ces deux conceptions opposées

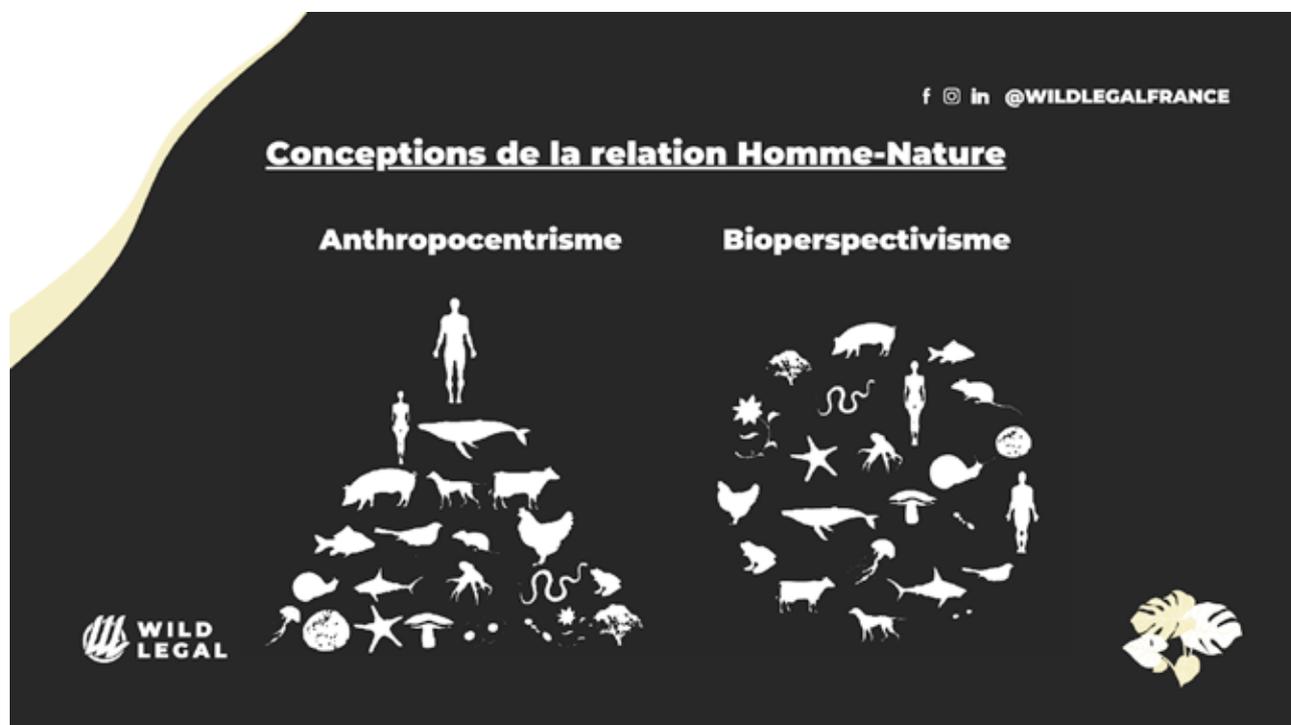


Figure 7.1 : CONCEPTION DE LA RELATION HOMME/NATURE SELON L'ASSOCIATION WILD

³⁸ France Stratégie, La note d'analyse N°124; juillet 2023

³⁹ CITEPA : Association loi 1901 sans but lucratif. Le CITEPA rapporte les émissions de gaz à effet de serre et des polluants atmosphériques de la France. Il publie des rapports annuels pour le ministère de la Transition Ecologique.

Les fonctions sociétales de la forêt ne peuvent donc pas se limiter à l'exploitation du bois pour tenter d'équilibrer la balance commerciale de notre pays qui n'a pas d'énergies fossiles. Il faut considérer que la forêt profite à la société de multiples façons. De plus le dérèglement climatique a des conséquences sur les cycles de l'eau et l'élévation des températures. Ceci affecte les paysages forestiers (sécheresse, maladies et dépérissement des arbres) et leurs écosystèmes, ce qui en retour réduit la capacité de la forêt à lutter contre le dérèglement climatique. Ces sujets sont l'objet du présent chapitre.

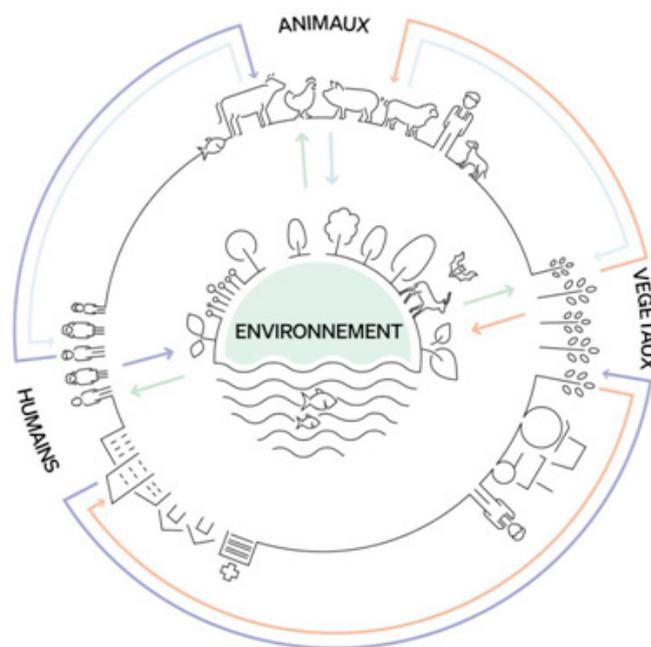


FIGURE 7.2 : LES INTERACTIONS ENTRE HUMAINS, ANIMAUX ET VÉGÉTAUX SELON L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ ANIMALE

7.1 Atténuation du réchauffement climatique

Les forêts et les sols forestiers assurent la majeure partie de la séquestration de CO₂ sur les continents. Ils absorbent une part des émissions dues aux activités humaines et pourraient en absorber beaucoup plus. C'est pourquoi le GIEC⁵ recommande d'augmenter de 25% les surfaces de forêt du globe pour qu'elles séquestrent davantage de carbone dans le bois des arbres et aider à atteindre la neutralité carbone en 2050. En fait, pour augmenter la séquestration de carbone, il faut surtout augmenter les volumes de bois vivant, ce qui peut se faire principalement en augmentant la surface des forêts et/ou le volume de bois des forêts existantes. En France, la surface de forêt augmente actuellement d'environ 70 000 ha/an et atteint aujourd'hui 17,1 millions d'ha, c'est-à-dire une augmentation annuelle de seulement 0,4%. En revanche, si l'on n'exploitait plus les forêts, l'accroissement du volume de bois, et par conséquent du carbone séquestré, atteindrait 2,7%/an du puits de carbone existant, ce qui est beaucoup plus performant en matière de séquestration⁴⁰, toute autre considération mise de côté. A quoi cela correspond-il par rapport aux émissions de la France ?

L'annexe 4 détaille les calculs, dont un de France Stratégie³⁸, concernant le potentiel de captation annuel de CO₂ des forêts françaises métropolitaines :

Nos forêts ont le potentiel de capter de l'ordre de 129 Mégatonnes de CO₂/an au rythme de croissance naturelle. Ce sont 20% des émissions de la France, du même ordre que les émissions liées aux transports.

Les résultats des calculs de l'annexe 4 sont intéressants pour plusieurs raisons. Tout d'abord, ils donnent la référence pour évaluer le bilan carbone de l'exploitation et la consommation de bois.

⁴⁰Regenerate natural forests to store carbon_https_media.nature.com_original_magazine-assets_d41586-019-01026-8_d41586-019-01026-8.pdf

En effet: **Un vrai bilan carbone se doit de comparer d'une part les émissions et séquestrations dans le cas où la forêt est exploitée et d'autre part les émissions et séquestrations dans le cas où elle ne l'est pas, ce dernier cas servant de référence.**

Ensuite, on peut voir que les trois méthodes de calcul utilisées, donnent des résultats très proches. Les deux dernières méthodes sont accessibles au lecteur qui peut tous les ans, à chaque parution de l'inventaire IFN, faire ses propres calculs. Les résultats resteront comparables entre eux.

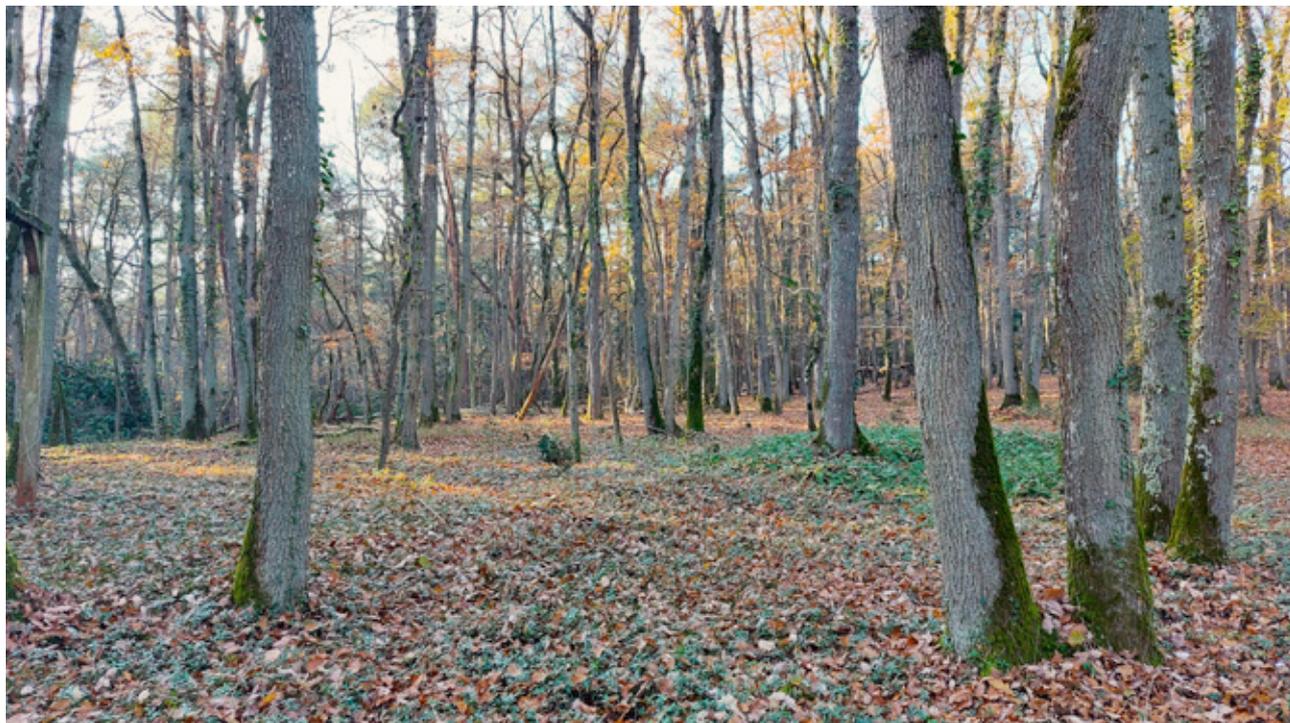


FIGURE 7.3 : ASPECT D'UNE FORÊT PRIVÉE DE DOURDAN EN LIBRE ÉVOLUTION DEPUIS 1975. ELLE EST DONC RELATIVEMENT JEUNE. Photo J-C Denard déc.2022

Beaucoup de forestiers pensent qu'on ne peut pas laisser la forêt en libre évolution ; la croissance naturelle diminuerait rapidement car disent-ils, les forêts matures ne séquestrent plus de carbone.

Il est difficile d'affirmer le contraire car depuis longtemps, il n'y a plus de forêt mature en France qui permettraient d'investiguer ce point. Cependant, rappelons que le volume actuel de bois vivant demanderait environ 36 ans pour se constituer au rythme de croissance annuelle de ces dernières années. Ceci montre son jeune âge. Rappelons que la durée de vie des arbres se compte en siècles. Un chêne de nos régions (chêne sessile ou chêne pédonculé) donne des fruits à partir de 50 ou 80 ans, c'est l'âge de la « puberté » pour ces êtres vivants. Les forêts françaises sont jeunes et manquent d'arbres adultes (500 à 1000 ans), du fait de leur exploitation intensive.

Jusqu'à un âge avancé de plusieurs siècles, les arbres stockent de plus en plus de carbone chaque année. Pour s'en convaincre, regardons les cernes de croissance annuelle sur de gros arbres venant d'être coupés.

⁴¹Tallefson, J. Tree growth never slows. Nature (2014). <https://doi.org/10.1038/nature.2014.14536>

⁴²Stephenson, N.L. et al. Nature (2014). Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. <http://dx.doi.org/10.1038/nature12914>

Pour un arbre de plus de cent ans, d'un diamètre se situant entre 70 et 100 cm de diamètre, les cernes extérieurs correspondant aux âges proches de 100 ou 150 ans sont de taille similaire à ceux que l'arbre a produits près du cœur, quand il avait une trentaine d'années. Une même épaisseur des cernes sur un plus grand diamètre résulte en une plus grande quantité de bois, donc de carbone absorbé. Des publications scientifiques fiables^{41, 42}, dans le journal Nature en 2014, ont montré que les arbres stockent de plus en plus de carbone avec l'âge. Leur croissance individuelle s'accélère en vieillissant au lieu de ralentir comme chez les humains.

La séquestration de carbone augmente aussi avec l'âge moyen des arbres et leur hauteur moyenne. Ceci n'est pas suffisamment connu des gestionnaires forestiers qui souvent affirment le contraire. Ainsi, « rajeunir la forêt » n'est pas une action vertueuse et bénéfique, ni pour la forêt, ni pour le climat, ni pour la biodiversité, ni pour la société. Parlant forêt cette fois-ci et non plus de l'arbre individuel, il y a bien une controverse théorique sur la diminution de la séquestration de carbone par les forêts avec l'âge. Luc Abadie⁴³, pense que nos forêts ne stockent plus beaucoup de carbone après 150 ans pour la partie aérienne et après 500 ans pour le sol. D'autres parlent de 170 ans pour la partie aérienne. Une étude très documentée publiée dans le journal Nature indique qu'entre 17 et 800 ans en libre évolution, les forêts absorbent toujours plus de carbone qu'elles n'en émettent. Il n'est pas prouvé que les forêts primaires tempérées comme celle de Bialowieza (Pologne et Biélorussie) ne stockent plus de carbone. Francis Hallé, le célèbre botaniste, pense que les forêts primaires continuent à stocker du carbone, même après 1000 ans d'existence. Au mieux, la maturité des forêts françaises sera pour le prochain siècle, sinon pour la fin du millénaire. Nous sommes en 2023 et la France s'est engagée à atteindre la neutralité carbone en 2050, dans moins de 30 ans. Que les forêts françaises puissent arriver à maturité en 2050 n'a pas de base scientifique solide à cette échéance.

Le rapport du CITEPA repris par celui de l'Académie des sciences constatent que la forêt métropolitaine a perdu entre 2010 et 2020 la moitié de sa capacité d'absorption du carbone. Cette dernière recommande de réduire la récolte pour permettre à la forêt de vieillir. Augmenter le puits de carbone est une mesure qui semble indispensable pour lutter efficacement contre le réchauffement climatique. La logique voudrait que les récoltes ne soit pas exclusivement liées à la demande du marché si on ne veut pas voir disparaître nos forêts à court ou moyen terme.

7.1.1 Les destinations des récoltes

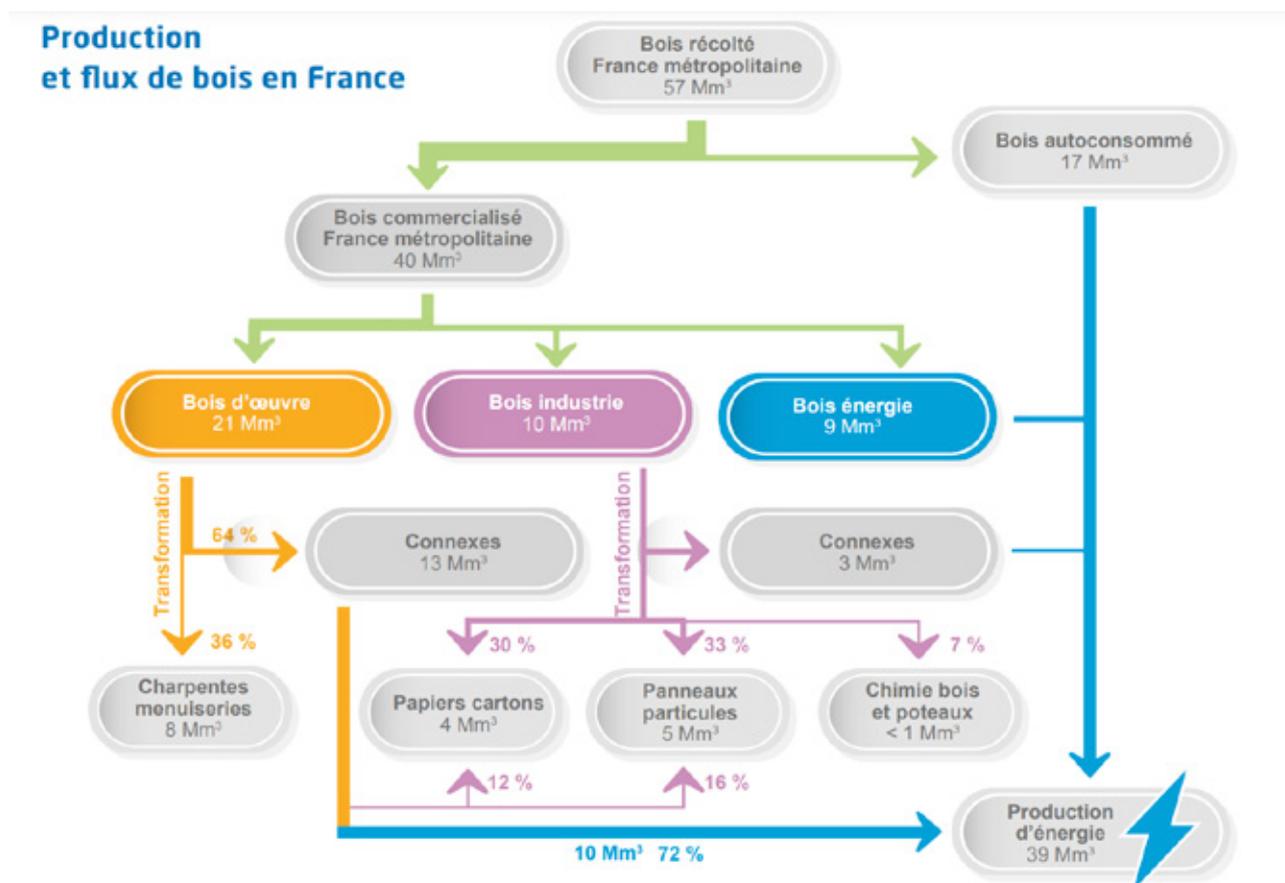
La filière bois distingue trois types d'usage du bois commercialisé récolté en forêt : le bois d'œuvre (BO), le bois industrie (BI) et le bois énergie (BE). Le bois d'œuvre a la plus grande valeur commerciale. Les chênes servent à la fabrication de tonneaux, meubles, parquets, etc. Cependant les conifères, sont préférés pour les bois de construction, d'autres essences comme le hêtre, le châtaignier et l'érable entrent aussi dans la fabrication de charpentes, parquets, meubles, lutherie, ébénisterie, menuiserie, placages, manches d'outils de jardin, ustensiles de cuisine, etc.

⁴³Luc Abadie, professeur émérite d'écologie, Sorbonne université, Communication privée après sa présentation lors de la Rencontre FNE Île-de-France du 8 juin 2023 intitulée Pour la survie des forêts en IdF

⁴⁴Luyssaert et al., Nature (2008), Old-growth forests as global carbon sinks; October 2008; DOI:10.1038/nature07276

Le bois-industrie (BI) sert à la fabrication de papier, carton, cageots, caisses d'emballage, palettes, panneaux de particules, etc. Le bois-énergie (BE) est destiné au chauffage sous forme de bois-bûche, de plaquettes forestières ou de granulés de bois.

La figure 7.4 représente le flux de bois après la récolte (2021) et sa répartition suivant les catégories BO, BI et BE. On peut noter qu'en définitive 39 Mm³ finissent en bois-énergie avec l'utilisation des connexes du BO et du BI sur une récolte annuelle totale de 57 Mm³, soit plus des 2/3 de la récolte. On note également que le bois commercialisé se répartit entre 21 Mm³ de BO, 10 Mm³ de BI et 26 Mm³ de BE. Les produits finaux par contre se répartissent différemment : 8 Mm³ de charpentes et menuiseries, 10 Mm³ de BI et 39 Mm³ de BE. L'essentiel du bois récolté est brûlé à court terme.



Note : les importations, les exportations et le recyclage ne sont pas indiqués dans un souci de lisibilité.

Lecture : 36 % du bois de la filière bois d'œuvre (en orange) est transformé en matériaux bois (charpentes, menuiseries, etc.), le reste est transformé en bois industrie ou utilisé en bois énergie. 70 % du bois de la filière bois industrie (en mauve) est transformé en papiers, cartons, panneaux de particules, chimie du bois et poteaux, le reste est utilisé en bois énergie.

Source : France Stratégie, d'après Agreste (2023), « Récolte de bois en 2021. Hausse de 8,9 % de la récolte de bois pour répondre à la demande », *Primeur*, n° 3, mars, et Ademe (2021), *Forêts et usage du bois dans l'atténuation du changement climatique*, coll. « Expertises »

FIGURE 7.4: PRODUCTION ET FLUX DE BOIS EN FRANCE (publié par France Stratégie38)

Tous les ans l'Inventaire Forestier National (IFN) publie les informations de volumes de bois feuillus et résineux (conifères) sous la forme d'une moyenne sur les 5 dernières années. Ces volumes correspondent au « bois fort tige » décrit à l'annexe 4, qu'on appellera ici volumes IFN ou m³ IFN. Les volumes IFN totalisaient 76,4 Mm³ lors du dernier inventaire. Les calculs de l'annexe 4 montrent que cette quantité de bois IFN

a séquestré 129 Mt de CO₂ de l'atmosphère pour se constituer. On peut en déduire le coefficient de conversion entre Bois fort tige de l'IFN et la quantité de CO₂. Soit 129 Mt CO₂/ 76,4 Mm³ = **1,7 t CO₂ par m³ IFN**. Ce coefficient nous servira par la suite.

Les 57 Mm³ IFN d'arbres récoltés ont, pendant leur croissance, séquestré : 57 Mm³ x 1,7 t CO₂ par m³ = 97 Mt CO₂

Tout le bois récolté en 2021 avait séquestré 97 Mt de CO₂

Pour savoir combien ce bois émettra de CO₂, examinons en détails le bilan carbone des différentes sous filières BE, BI et BO, à partir des volumes de bois de la figure 7.4 :

7.1.2 Bilan carbone du bois-énergie



FIGURE 7.5: BOIS-ENERGIE (OU PEUT-ETRE BOIS-INDUSTRIE) EN COURS DE SECHAGE EN FORET. LE TAUX D'HUMIDITE PEUT PASSER DE 40 A 20% ENVIRON EN 18 MOIS POUR ETRE PROPRE A LA VENTE EN BOIS DE CHAUFFAGE.

L'ADEME⁴⁵ et les pouvoirs publics mettent en avant le fait que le bois est une énergie renouvelable. Ceci suggère que, comme pour l'énergie éolienne ou photovoltaïque, son bilan carbone est pratiquement neutre. Il est juste de dire que si les prélèvements d'une année ne dépassent pas l'accroissement naturel d'une forêt, le CO₂ émis par la combustion du bois-énergie (BE) est rapidement réabsorbé par l'accroissement naturel dans la même année. C'est le cas d'une exploitation à stock constant.

Cependant, dans ce cas, il n'y a plus d'absorption de carbone et la forêt ne joue plus son rôle de puits de carbone.

⁴⁵ Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. Etablissement public mettant en œuvre les politiques des pouvoirs publics.

⁴⁶ Leturcq, P. (2020). Empreinte carbone de la forêt et de l'utilisation de son bois. Revue forestière française, 72(6), 525–537. <https://doi.org/10.20870/revforfr.2020.5348>

⁴⁷ Searchinger TD, Hamburg SP, Melillo J, Chameides W, Havlik P, Kammen DM, Likens GE, Lubowski RN, Obersteiner M, Oppenheimer M, Robertson GP, Schlesinger WH, Tilman GD. Climate change. Fixing a critical climate accounting error. Science. 2009 Oct 23;326(5952):527–8. doi: 10.1126/science.1178797. PMID: 19900885.

En brûlant, le bois produit de l'énergie, mais il relâche instantanément toute la quantité de CO₂ qu'il a absorbée pendant sa croissance et n'en absorbera plus à l'avenir. Les analyses scientifiques^{46, 47}, déconnectées de la filière bois et des pouvoirs publics ne passent pas sous silence le rôle de séquestration de CO₂ du bois s'il restait vivant. Cette partie n'est pas non plus, ignorée par le GIEC.

La combustion du bois émet beaucoup de CO₂ car c'est une énergie carbonée. Elle en émet davantage que le charbon. Ceci est mis en évidence par le graphique de la figure 7.6, publié par le CITEPA⁴⁸. Sur ce graphique, la barre rouge correspond uniquement au bois qui est brûlé. Mais les brindilles et petit bois, les souches et racines mortes laissées en forêt émettent aussi du CO₂ durant leur processus de décomposition. En tenant compte de toutes ces émissions, de celles du transport, des engins d'exploitation ainsi que de l'énergie nécessaire au séchage, pour les pellets, se chauffer au bois émet environ trois fois plus de CO₂ qu'au gaz et deux fois plus qu'au fioul.

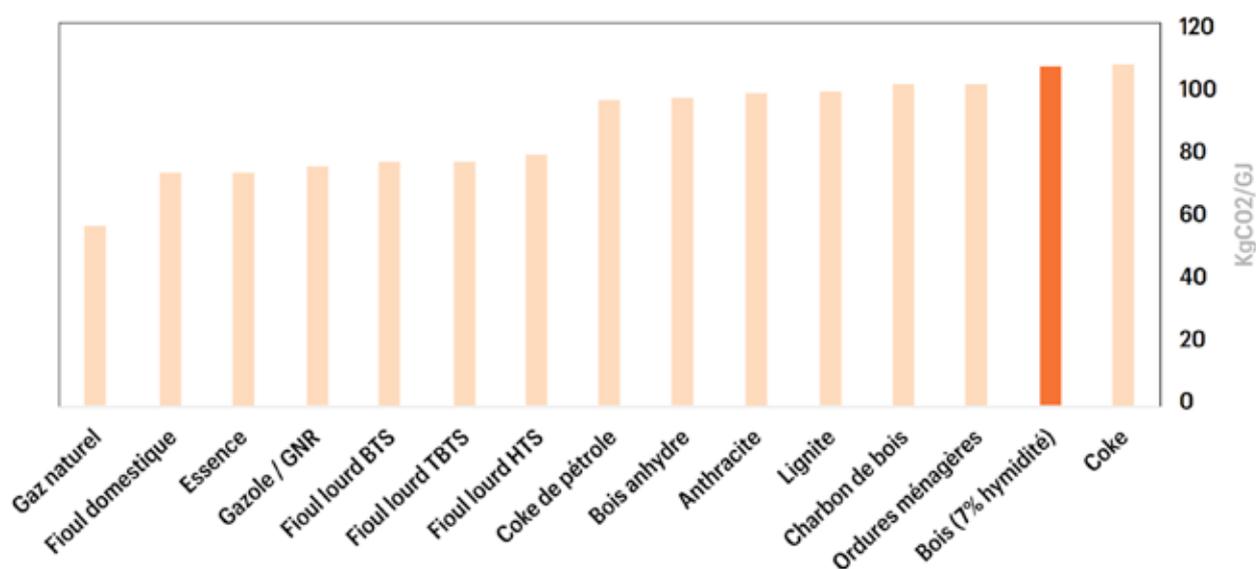


FIGURE 7.6: QUANTITE EN kg DE CO₂ EMISE PAR DIFFERENTS COMBUSTIBLES POUR UNE MEME ENERGIE PRODUITE DE 1 GIGA JOULE. LE BOIS MEME TRES SEC (7% D'HUMIDITE DANS CE CAS) EMET DAVANTAGE DE CO₂ QUE LE CHARBON (ANTHRACITE ET LIGNITE), ET BEAUCOUP PLUS QUE LE GAZ NATUREL. D'après Citepa⁴⁸, rapport Secten édition 2020, p 432.

L'amalgame « renouvelable = zéro carbone » incite à penser que le bois est comme les énergies solaires et éoliennes qui ne s'épuisent pas et n'émettent pas de gaz à effet de serre. En fait, le qualificatif « renouvelable » n'a pas de rapport avec celui de « décarboné » qui lui, est synonyme de zéro-carbone. Le tableau 7.1 clarifie les caractéristiques des énergies. Le bois est une énergie carbonée qui, en conséquence, émet du CO₂. Cette énergie est renouvelable à condition de ne pas prélever plus que ce qui pousse dans un massif forestier. Mais si on prélève tout le volume de bois qui a poussé dans l'année, la forêt n'est plus un puits de carbone car elle n'en a pas séquestré davantage.

⁴⁸ CITEPA : Organisme à but non lucratif, le CITEPA est l'organisme de référence du ministère de la Transition Écologique.

TABEAU 7.1: CLASSIFICATION DES ENERGIES SELON QU'ELLES SONT RENOUVELABLES OU PAS ET CARBONEES OU PAS.

	Energies renouvelables ↓	Energies non renouvelables ↓
Energies décarbonées (Neutres pour le climat)	Eolien, Solaire, Hydroélectrique	Nucléaire
Energies carbonées (Aggravent le réchauffement climatique)	biomasse (sous conditions)	Charbon, pétrole, gaz

La combustion est une réaction chimique d'oxydation rapide d'un combustible (gaz, fioul, bois) par un comburant (oxygène de l'air) qui dégage de la chaleur. Dans le cas d'un combustible carboné comme le bois, du gaz carbonique (CO₂) est émis. La quantité de CO₂ rejetée très rapidement pendant la combustion du bois ou plus lentement lorsqu'il se décompose naturellement, est équivalente à l'absorption très lente de la même quantité de CO₂ qui a permis à ce bois de se constituer. Comme le recommandent le rapport de l'Académie des sciences et celui de France Stratégie, le bilan carbone officiel du bois-énergie doit être revu. Il devrait aussi être largement diffusé pour ne pas entretenir la confusion actuelle.

Tout compte fait, le diagramme de la figure 7.4 indique des prélèvements de 39 Mm³ de bois énergie par an en France. Pour simplifier on gardera ici la proportion feuillus/ conifères des forêts françaises, ce qui permet d'utiliser le coefficient de conversion de 1,7 t CO₂ / m³ IFN précédemment calculé. On en déduit :

Bilan carbone 2021 du bois-énergie = 66 Mt CO₂

Ceci n'inclut pas les émissions liées au transport et à la transformation qui comprend aussi le séchage à 7% d'humidité pour les granulés, mais inclus tout le bois brûlé rapidement au final, qu'il provienne du BE, ou des connexes du BI ou du BO, ainsi que les rémanents laissés en forêts (souches et racines) à se décomposer.



7.1.3 Bilan carbone du bois-industrie

Pour le bois-industrie (BI), le rapport⁴⁹ INRAE/IGN de 2020 évalue sa demi-vie à environ 5 ans, ce qui est court et ne constitue pas un bon puits de carbone, d'autant plus qu'en une même année il y a à priori, autant de BI prélevé en forêt qu'il en arrive en fin de vie.

Ce dernier est soit brûlé, soit jeté et se décompose donc rapidement en relâchant le CO₂ qu'il contenait, dans l'atmosphère. Les flux entrants et sortants étant du même ordre à quelques années d'intervalle, on peut dire que le cycle annuel du BI revient à retourner la totalité de son carbone dans l'atmosphère la même année, comme dans le cas du BE ; alors que s'il n'était pas coupé il le séquestrerait.

Par contre comme les volumes sont en unités IFN, les branches, le menu bois (diamètre inférieur à 7 cm), les souches et les racines sont une source additionnelle de CO₂ qu'il ne faut pas oublier quand on parle climat. La figure 7.4 indique 10 Mm³ IFN pour le BI en 2021. Comme pour le BE, le coefficient de 1,7 t CO₂/m³ IFN permet d'obtenir son bilan carbone annuel:

Bilan carbone du bois-industrie = 17 Mt CO₂ / an

7.1.4 Bilan carbone du bois d'œuvre

Le bois d'œuvre (BO) est vendu sous forme de grumes (figure 7.7), 21 Mm³ en 2021 d'après nos données de la figure 7.4. C'est de l'ordre de 37% des récoltes. Cependant après transformation, le produit fini qui stocke réellement du carbone n'est plus que de 8 Mm³, soit 14% de la récolte. Le temps moyen de stockage du carbone⁴⁹ de ces produits finis a été estimé à environ une trentaine d'années en moyenne dans le rapport INRAE/IGN. Il stocke du carbone mais ce qui compte dans le calcul du bilan carbone est le flux annuel, soit la différence entre le volume de bois transformé en produit fini en 2022 et ce même type de bois qui arrive en fin de vie la même année.

⁴⁹ Roux A. (coord), Colin A. (coord), Dhôte J.-F. (coord), Schmitt B. (coord), Bailly A., Bastien J.-C., Bastick C., Berthelot A., Bréda N., Cauria S., Camus J.-M., Gardiner B., Jactel H., Leban J.-M., Lobianco A., Loustau D., Marçais B., Meredieu C., Pâques L., Rigolot E., Saint-André L., Guehl J.-M., 2020. Filière forêt-bois et atténuation du changement climatique : entre séquestration du carbone en forêt et développement de la bioéconomie. Versailles, éditions Quae, 170 p.

⁵⁰La demi-vie, est le temps de disparition de la moitié du poids du matériau considéré. Dans le cas du bois d'œuvre en fin de vie, ceci intervient qu'il ait été brûlé, ou qu'il se décompose dans une décharge. La disparition du bois et de son carbone donne lieu à une émission de CO₂.

Ce dernier est brûlé ou va en décharge où il se décompose en émettant du CO₂. Les émissions de ce volume de bois d'œuvre entré dans la filière il y a trente ou quarante ans est en fait équivalent au volume du bois d'œuvre qui y entre aujourd'hui. Notons qu'il existe de vieilles charpentes et des meubles anciens qui stockent du carbone plus longtemps que la moyenne. Le volume infinitésimal des charpentes de cathédrales millénaires encore en place par rapport aux 8 millions de m³ annuels du bois d'œuvre, ne change pas le résultat. Ainsi, le bilan carbone des produits bois à longue durée de vie n'est pas meilleur que celui du bois-énergie.

L'argument restant est que si l'utilisation de bois dans la construction évite d'utiliser du béton ou de l'acier, il est préférable de choisir le bois. Il reste tout de même à montrer que le bois émet moins de CO₂ que ces autres matériaux, ce qui ne semble pas évident. Le concept de substitution consiste à directement enlever à tout le bois d'œuvre l'empreinte carbone du béton sans quantifier chacun des deux coûts en carbone. Il y a plusieurs problèmes avec ce concept et aussi avec l'exploitation qui en est faite.



FIGURE 7.7. LES GRUMES DU BOIS D'ŒUVRE DE LA RECOLTE EN FORET DE MEUDON ; photo J-C. Denard, janv. 2023.

Tout d'abord il faudrait bien connaître le bilan carbone du bois d'œuvre. Nous allons voir que ce n'est pas si simple. Ensuite, les applications du bois d'œuvre sont très variées, certaines comme les meubles ne permet pas de remplacer le bois par d'autres matériaux. Faire un amalgame du tout n'est pas convaincant quant à la vraisemblance du résultat.

Il est vrai que le béton et l'acier, très utilisés dans le bâtiment, consomment beaucoup d'énergie de chauffage pour leur fabrication. La fabrication du ciment émet encore plus de CO₂ par le processus chimique en jeu que par l'énergie de chauffage nécessaire. La fabrication de ciment émet 10 Mt CO₂/an en France⁵¹ Ce chiffre peut évoluer dans le bon sens car il y a de réels efforts pour améliorer les méthodes de fabrication de ces matériaux.

⁵¹Mari E., Sourisseau S., Bouxin A., Borde C., Padilla S. et Gourdon T. (2021), Plan de transition sectoriel de l'industrie cimentière en France, op. cit. et AIE (2022), Ciment – Tracking Report, Agence internationale de l'énergie, septembre. Cité dans le rapport France Stratégie « Les coûts d'abatement » partie 6 – Ciment (mai 2023).

Un exemple de mauvaise utilisation du concept de substitution est ce qui est couramment répandu pour vanter la prétendue vertu écologique du bois-énergie. On a vu que ce dernier émet trois fois plus de CO₂ que le gaz et davantage que tout autre moyen de chauffage à base d'énergie fossile. On ne devrait donc pas soustraire la consommation de gaz au bilan carbone du bois mais simplement faire la comparaison et constater qu'il vaut mieux utiliser la géothermie, les pompes à chaleur, le gaz ou le fioul, mais pas le bois. Lorsqu'on fait le bilan carbone d'un voyage en avion de Paris à Nice, on ne soustrait pas le bilan carbone du même voyage en voiture pour faire apparaître l'avion moins émetteur !

Donc il est plus judicieux de comparer plutôt que substituer. Pour essayer de comparer, partons des 8 Mm³ de BO IFN, et comme précédemment, appliquer le facteur 1,7 pour obtenir le coût en CO₂ de ce bois. On obtient 13,6 Mt CO₂/an, un chiffre légèrement supérieur aux 10 Mt/an, nécessaires à fabriquer le ciment français.

La réalité est un peu plus complexe. En effet, même si on arrêta de brûler le bois-énergie et d'utiliser tout le bois-industrie venant de nos forêts pour ne faire que du bois d'œuvre, il faudrait tout de même continuer à :

a) Couper beaucoup de bois pour obtenir de belles grumes en coupant régulièrement tous les 8 à 10 ans les arbres plus petits qui gênent la croissance des arbres cibles. Ceci représente de l'ordre de deux fois le volume des grumes, jusqu'à dix fois⁵² pour les produits de très haute qualité (tonneaux par exemple). Ce bois, même non brûlé, se décomposerait et relâcherait son carbone dans l'atmosphère.

b) Perdre près des 2/3 des grumes pour fabriquer les produits finis. Seulement 36% des grumes (BO) va dans ces produits finis (voir fig. 7.4), le reste alimente actuellement les sous-filières bois-énergie et bois-industrie.

Ainsi, la production de 8 Mm³ de produits finis issus du BO, demanderait de couper environ six fois plus de bois que les 8 Mm³ de produits finis, ce qui multiplierait d'autant le bilan carbone réel du BO. Ce facteur six est un peu trop fort au regard des chiffres clé du graphique de la figure 7.4. En effet, ce coefficient ne doit pas aboutir à dépasser le volume de bois commercialisé total de 40 Mm³ pour produire les 8 Mm³ de produit finis.

Le coefficient cherché est donc inférieur ou égal à $40/8 = 5$. Ce qui conduit à :

$$\text{Bilan carbone du BO} \leq 40 \text{ Mm}^3/\text{an} \times 1,7 \text{ t CO}_2/\text{m}^3 = 68 \text{ Mt CO}_2/\text{an}$$

Ces chiffres sont intéressants et conduisent à plusieurs remarques :

- Ces 68 Mt CO₂/an de BO extraits des forêts comparés aux 10 Mt CO₂/an de la fabrication du ciment de France ne rend pas évident l'intérêt de substituer le bois au béton en France, du moins pour des raisons de moindre émission de CO₂. Il est difficile de trouver des analyses objectives complètes sur le sujet.
- Le bois français est principalement du « feuillu » et le bois de construction du « résineux ». La production de BO des forêts françaises sert principalement à la fabrication de meubles, parquets, tonneaux et aux exportations. Une partie relativement faible du BO est susceptible d'être remplacée par du béton. Il n'y a

⁵² Philippe Bouchez ; sylviculteur et animateur du groupe de travail « Adaptation des forêts au changement climatique du Centre d'études techniques forestières de la Somme ». Communication privée.

donc pas de raison d'utiliser le concept de substitution pour toute la récolte.

- En 2021, le bois commercialisé apparaît bien le résultat d'une sylviculture axée sur la production du bois d'œuvre.

Il n'est pas possible d'arrêter toute exploitation forestière car le bois est indispensable pour des applications importantes, mais il convient de la réduire à son strict minimum pour limiter notre empreinte carbone et particulièrement dans l'hexagone pour ne pas exposer nos forêts à la seule demande du marché, ce qui risque fort de la détruire. La stratégie consistant à augmenter les prélèvements n'est pas bonne car elle aggrave le réchauffement climatique, qui à son tour détériore les forêts en réduisant leur croissance, en favorisant les maladies sur les arbres affaiblis par les sécheresses et en asséchant les sols forestiers exposés au soleil, ce qui augmente les risques d'incendie.

En juillet 2023, le rapport de l'Académie des sciences sur la forêt française⁵³ recommande à l'Etat d'initier des efforts de recherche importants sur trois grandes questions scientifiques: i) le bilan carbone des forêts, ii) l'adaptation des forêts au changement climatique et iii) l'efficacité d'utilisation du bois. Ces recommandations vont dans le bon sens de même qu'un moratoire sur les augmentations prévues des coupes et la réduction des prélèvements, même si la demande intérieure de bois nécessite d'augmenter les importations pendant un certain temps. Un bon moyen de réduire la demande serait d'arrêter toutes les subventions à la consommation.

En conclusion, le bilan carbone de l'exploitation de la forêt française est, à peu de choses près, égal à la quantité de carbone contenu dans le bois prélevé, soit une émission annuelle de 97 Mt de CO₂. Contrairement à ce que le lobby du bois recommande, il ne faut pas augmenter la consommation de bois mais la diminuer le plus possible.

7.1.5 Bilan carbone de la forêt Meudon

Pour calculer le bilan carbone de l'exploitation d'une forêt, il suffit de connaître le volume de bois qui passe de l'état vivant à l'état mort en une année du fait de l'exploitation. C'est le volume des prélèvements. Ces volumes, connus des gestionnaires, sont accessibles sur demande pour les forêts publiques. Par exemple, pour la forêt de Meudon, les prélèvements annuels moyens entre 2001 et 2020, se sont élevés à 3,4 m³/ha/an sur une surface de 967 ha en sylviculture, d'après l'ONF⁵⁴.

Les coefficients du tableau 7.2 proviennent des informations de l'annexe 4. Ils permettent de calculer l'émission de CO₂ correspondant aux volumes de bois prélevés, suivant qu'ils sont exprimés en Bois Fort Tige IFN, volume aérien total (VAT) ou volume de bois commercialisé.

⁵³ https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/060623_foret.pdf

⁵⁴ Révision de l'Aménagement forestier 2021-2040, présentation ONF du 1^{er} déc. 2021 à la mairie de Meudon

TABLEAU 7.2 : COEFFICIENTS DE CONVERSION DE LA MASSE DE CO₂, EMISE PAR UNITE DE VOLUME DE BOIS

	Feuillus	Conifères
t CO ₂ /m ³ de bois fort IFN	1,96	1,32
t CO ₂ /m ³ de bois VAT	1,22	0,99
t CO ₂ /m ³ de bois commercialisé	1,38	1,13
t CO ₂ /stère de bûches en 30 cm	0,65	Pas utilisé en principe
t CO ₂ /stère de bûches en 50 cm	0,41	Pas utilisé en principe

Dans le cas de Meudon, les prélèvements sont exprimés en volume Bois Fort IFN. Cette forêt est très majoritairement peuplée de feuillus ce qui conduit à utiliser le coefficient 1,96 t CO₂/m³, ce qui donne une émission de :

$$3,4 \times 1,96 = 6,66 \text{ t CO}_2/\text{ha/an}$$

et 6400 t CO₂/an, pour toute la forêt

Il est difficile d'appréhender la signification de ce chiffre directement. Pour mieux juger, on peut le ramener à l'échelle d'un français (65 millions habitants dans l'hexagone) en supposant que les mêmes prélèvements sont effectués sur toutes les forêts françaises (17,1 millions d'ha). Dans cette hypothèse, les émissions de CO₂ seraient de 1,75 t CO₂ par habitant ; c'est loin d'être négligeable, sachant que les émissions de la France par habitant sont de 10 tonnes et doivent se réduire à 2 tonnes pour respecter les accords de Paris.

On voit bien l'intérêt de réduire le plus possible les prélèvements dans toutes les forêts, même petites.

Une autre caractéristique fondamentale des forêts pour le climat est leur puits de carbone. C'est la quantité annuelle de CO₂ qu'elles absorbent : le puits de carbone correspond à la production naturelle de bois à laquelle on retranche les prélèvements et la mortalité.

$$\text{Puits de carbone} = \text{Production naturelle} - \text{Mortalité} - \text{prélèvements}$$

Les mêmes chiffres de base (Production naturelle, Prélèvements, Mortalité) permettent aussi d'évaluer ce que nous appellerons ici « Intensité de l'exploitation » :

$$\text{Intensité d'exploitation} = \text{Prélèvements}/(\text{Production naturelle} - \text{Mortalité})$$

La dernière valeur connue de la production naturelle du massif forestier de Meudon est 4,3 m³/ha/an. L'objectif de l'ONF, annoncé fin 2021 dans son nouveau plan d'aménagement⁵⁴ (2021-2040), serait d'augmenter les prélèvements à 5,4 m³/ha/an, bien au-delà de la production naturelle.

Ainsi, l'intensité d'exploitation, calculée avec une mortalité constante de l'ordre de 0,4 m³/ha (moyenne actuelle des forêts domaniales franciliennes), passerait de 87% à 138%.

Ceci est prévu pour éclaircir la forêt en vue de favoriser la régénération naturelle des chênes qui s'avère de plus en plus difficile avec le réchauffement climatique. Cet objectif consisterait à réduire de 27% le capital de bois vivant de la forêt en 60 ans.

Dans ce cas, on ne peut plus parler de gestion durable, mais plutôt de déboisement. Puisque l'objectif de réduction du capital de bois demande de récolter plus que la production naturelle, la forêt deviendrait sciemment émettrice de CO₂ pendant 60ans, pendant des années cruciales où il faut en séquestrer.

Un des problèmes est que le gestionnaire, comme pour toutes les forêts françaises, ne s'occupe pas du tout du bilan carbone de sa gestion. Ce bilan ne fait pas partie de son travail et ne figure pas dans ses plans de gestion. Il a des objectifs économiques et sylvicoles à suivre mais pas d'objectif carbone et il fait au mieux pour ses autres missions, la fonction biodiversité et la fonction sociale, avec les financements qu'il peut avoir mais qui sont souvent assez aléatoires. Il faut soutenir l'amélioration du financement de l'ONF, pas pour qu'il coupe plus de bois mais pour qu'il en coupe moins.

7.1.6 Bilan carbone du bois-bûche dans nos cheminées

Il nous a paru utile de pouvoir chiffrer nos émissions dues au chauffage au bois. Les deux dernières lignes du tableau 7.2 donnent les coefficients utiles. Ainsi, les personnes qui se chauffent au bois peuvent estimer l'empreinte carbone associée. Ce sont les émissions du volume de bois qui est effectivement brûlé auxquelles s'ajoutent le petit bois et les racines associées qui se décomposent en forêt.

Par exemple, si un foyer de deux personnes brûlait 10 stères de bûches de 30 cm en une année, chacune de ces personnes serait responsable d'une émission de 3,25 t CO₂. **Le chauffage au bois peut être parfois bon marché mais pour le climat, c'est le pire des modes de chauffage.**

7.2 Pollution atmosphérique des métropoles par le chauffage au bois

Le chauffage au bois émet un grand nombre de produits toxiques dont les particules atmosphériques et des oxydes d'azote. Les particules sont classées en deux groupes qui doivent respecter des normes. Elles font l'objet de mesures journalières en Île-de-France. Ce sont les PM10 dont la taille se situe entre 10µm et 2,5 Mm, et les PM2,5, inférieures à 2,5 µm.

La pollution atmosphérique est responsable de 40 000 morts prématurées en France dont plus de 7000 en Île-de-France, d'après Airparif⁴⁵. Parmi les polluants mesurés, le plus nocif est le taux des particules fines PM2,5, d'après le programme environnement de l'ONU⁵⁵. Une étude d'AirParif (2022) donne plus de détails pour les franciliens⁵⁶ :

« L'exposition à la pollution de l'air favorise le développement de pathologies chroniques graves, en particulier des pathologies cardiovasculaires, respiratoires et des cancers. Cela se traduit par une augmentation de la mortalité, une baisse de l'espérance de vie et un recours accru aux soins. Les résultats de l'étude, portant sur la mortalité, indiquent : le nombre annuel de décès attribuables à l'exposition prolongée aux particules fines PM2,5 est de 6 220 en 2019 (contre 10 350 en 2010) en Île-de-France. Polluant de l'air majoritairement émis par le chauffage urbain (notamment le chauffage au bois) et le trafic routier, il s'agit du polluant réglementé

⁵⁵ Airparif, Qualité de l'air et chauffage au bois en Île-de-France, diagnostic et scénarisation, septembre 2020.

⁵⁶ United Nations environment program: https://www.unep.org/interactive/air-pollution-note/?gclid=Cj0KCQiAi8KfBhCuARIsADp-A55ZID-Wt6Wu2mbGZQyMGsWekgH8eS3pi7iC1gPx9U5vafeXqJ5JRREaAko7EALw_wcB

⁵⁷ <https://www.airparif.asso.fr/actualite/2022/avec-les-recommandations-de-loms-7-900-deces-pourraient-etre-evites-en-id>

ayant l'impact sur la santé le plus important en Île-de-France. »

Ainsi, le chauffage au bois est identifié comme très nocif, au même niveau que le trafic routier. En fait ce type de chauffage est encore minoritaire : Airparif, a mis en évidence dans une étude très élaborée (2015) que 85% des particules émises par le chauffage urbain proviennent de seulement 5% des foyers de la métropole se chauffant au bois.

Quant aux particules « ultra fines ou nano particules », elles sont encore plus petites, elles peuvent pénétrer directement dans les cellules Ce sont très probablement les plus nocives, mais elles sont très difficiles à mesurer. En 2022, Airparif n'a qu'un seul appareil de mesure pour toute la région. En outre, aucun filtre ne permet de les éliminer au niveau des chaudières ou chaufferies. Depuis une dizaine d'années, le nombre de chaufferies collectives et industrielles augmente exponentiellement. La majeure partie des chaufferies de l'ordre du MW n'ont aucune obligation de filtrer leurs émissions de $PM_{2,5}$ et PM_{10} .

Il est judicieux de ne pas aider le développement de ce type de chauffage et même de le décourager. Il est évidemment souhaitable de supprimer toutes les aides publiques qui lui sont attribuées à tous les niveaux, état, région, département, commune et autres collectivités (fin de la TVA réduite pour tous les bois et appareils de chauffage, fin des subventions pour l'achat et l'installation de poêles, inserts et chaudières à bois).Le parlement européen a voté⁵⁷ une proposition de directive en

septembre 2022 visant à réduire le champ des subventions applicables au bois-énergie, notamment pour générer de l'électricité. Le rapport de l'Académie des sciences de juillet 2023 recommande de réduire cette utilisation de l'exploitation forestière en modifiant les subventions relatives au chauffage au bois.

Ces pollutions concernent principalement les métropoles en hiver où une majorité de citoyens respirent la pollution produite par 5% d'entre eux.

7.3 Les cycles de l'eau entretenus par les arbres et les forêts

Les arbres sont ancrés au sol par leurs racines. Celles-ci servent aussi à capter l'eau du sol pour la transmettre aux feuilles, à la surface desquelles elle s'évapore. L'évaporation, passage de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux, absorbe énormément d'énergie. C'est ce phénomène physique qui donne aux arbres et aux forêts leurs propriétés de climatiseurs. Les arbres créent de la fraîcheur en forêt ; des températures d'une dizaine de degrés plus basses qu'en ville ont pu être mesurées lors de fortes vagues de chaleur. En ville, les arbres créent des îlots de fraîcheur naturels qui sont les bienvenus et permettent de sortir pendant les périodes chaudes.

La fraîcheur générée par la forêt favorise la pluie. L'air froid ne pouvant pas conserver autant d'eau sous forme gazeuse que l'air chaud, une partie de la vapeur d'eau dissoute dans l'air, poussée par le vent au-dessus d'une forêt peut se condenser en fines gouttelettes et former un nuage et éventuellement apporter la pluie. Une autre propriété des arbres favorise également la pluie sur une forêt : ils émettent des Composés Organiques Volatils (COV) qui agrègent les fines gouttelettes d'un nuage pour les transformer en gouttes plus grosses qui tombent en pluie.

Les arbres tropicaux sont connus⁶⁰ pour ces propriétés, mais tous les arbres⁶¹ émettent

⁵⁹Rapport de l'Académie des sciences : Les forêts françaises face au changement climatique - Juin 2023

ce type d'aérosol dans l'air. Les COV ne sont pas les mêmes suivant les arbres, mais les forêts tempérées utilisent ce même procédé pour s'alimenter en eau. Une étude⁶² de la couverture nuageuse au-dessus de deux forêts françaises a mis en évidence ce précieux apport des forêts.

L'eau des pluies retourne en partie dans l'atmosphère, une autre partie imbibe les sols et alimente les nappes phréatiques. La lutte contre les sécheresses demande que les sols soient couverts de végétation. Les sols nus, minéralisés, les surfaces agricoles labourées sont néfastes. Les sols ont besoin d'un couvert végétal, de matière organique qui le rend vivant.

Les cycles de l'eau que créent les forêts⁶³ et la végétation⁶⁴ en général semblent fondamentaux, bien que peu connus pour ce qui concerne les pluies continentales loin des océans.

C'est pourtant l'évaporation de l'eau que les plantes vont chercher dans le sol après l'avoir attirée en pluie, qui serait à l'origine de l'humidification de l'atmosphère que les vents dominants propagent. De la sorte, la côte est de l'Amérique du nord ainsi que l'est de l'Europe et la plus grande partie du continent asiatique ne recevraient que peu d'eau en provenance directe des océans, mais principalement de l'eau passant par plusieurs cycles successifs « pluies – infiltration dans les sols – évaporation à travers les plantes – pluies – etc » qui assurent la propagation de l'humidité dans le sens des vents dominants à travers les continents.

Les parcelles de la forêt de Meudon à canopées denses, ont reçu les meilleurs scores IBP. Ce sont elles qui favorisent ces divers cycles de l'eau dont nous avons de plus en plus besoin pour faire face au réchauffement climatique et aux sécheresses de plus en plus nombreuses et intenses.

7.4 Les maladies et le réchauffement climatique affectent nos forêts

La maladie de l'encre est une maladie grave qui peut affecter plusieurs espèces d'arbres et d'arbustes. De nombreux châtaigniers, espèce la plus touchée pour l'instant, en meurent. Cette maladie est provoquée par des organismes qui font partie de la classe des Oomicètes, plus proche des algues que des champignons. Ils ont été initialement identifiés en France au XIX^{ème} siècle sur le châtaignier puis le chêne. Depuis, le réchauffement climatique fait remonter la maladie vers le nord pour plusieurs raisons. D'une part, les hivers moins rigoureux et plus humides favorisent la propagation de ces parasites aquatiques et, d'autre part, les sécheresses plus longues et intenses fragilisent les arbres et leurs défenses en été et en automne. Depuis peu (2018-2019) la maladie progresse dans la forêt de Meudon où le châtaignier est le plus abondant (avec les chênes).

⁶⁰Lélia et Sebastião Salgado ; reconstitution d'une forêt tropicale (mata atlantica) en une vingtaine d'années au Brésil. https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Sebasti%C3%A3o_Salgado

⁶¹Francis Hallé ; conférence du 10 décembre 2022 sur les forêts primaires à l'académie du climat à Paris.

⁶²Teuling, A., Taylor C., Meirink J. et al. Observational evidence for cloud cover enhancement over western European forests. *Nat Commun* 8, 14065 (2017). <https://doi.org/10.1038/ncomms14065> ⁶³Makarieva A., Gorshkov V., The biotic pump : condensation, atmospheric dynamics and climate. *International Journal of Water* 5(4) 365-385 ; Jan. 2010.

⁶⁴Rudi J. van der Ent, Hubert H.G. Sevenije, B. Schaeffli, S.C. Steele-Dunne, Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water resources research* 46(9). Sept. 2010.

Le développement de la maladie est une conséquence du réchauffement climatique et demande une gestion adaptée. Personne n'a l'expérience d'un réchauffement climatique accéléré, les forestiers pas davantage. Laisser un couvert forestier, même s'il n'est pas productif, peut donner à la nature le choix des espèces qui vont survivre en continuant à se reproduire. Un arbre est porteur de plusieurs génomes⁶⁵ dispersés dans ses parties. Leur nombre augmente avec l'âge. Il n'est pas impossible que les essences autochtones actuelles, produisant des fruits ayant diverses propriétés d'adaptation, puissent s'adapter naturellement, même avec des changements rapides du climat. Les quelques forêts ou parcelles laissées en évolution libre en Île-de-France (propriété privée de la SNPN⁶⁶ à Dourdan, la Réserve Biologique Intégrale du bois de Verrières) ont mieux résisté à la longue sécheresse et aux canicules successives de 2022 que les parties voisines exploitées.

Or le facteur le plus important pour l'heure n'est-il pas la résistance des espèces à la sécheresse ?

Le modèle de l'évolution libre paraît la solution la plus sûre à implémenter dans les forêts urbaines comme Meudon et Fausses Reposes pour pouvoir résister à ces changements. Cependant, une autre menace pour la survie des arbres autochtones pourrait venir de températures futures trop élevées. Il y a pour les arbres une température dite de rupture⁶⁷ qui serait de l'ordre de 45 à 50°C pour les espèces franciliennes, au-delà de laquelle ils ne pourraient pas résister et mourraient massivement. Dans ce cas, il pourrait être souhaitable d'assurer dès maintenant, en complément des surfaces laissées en libre évolution, un renouvellement anticipé d'espèces résistantes aux fortes chaleurs futures mais résistant au climat actuel. Le but ne doit pas être celui d'exploitation mais celui d'assurer la pérennité du couvert forestier. Une bonne combinaison des deux stratégies devrait augmenter les chances de survie de nos forêts telles que nous les voulons : avec un couvert forestier suffisamment dense pour renforcer les écosystèmes forestiers aériens et du sol qui sont fondamentaux pour la résilience des arbres.

On voit aussi qu'un préalable à la survie de la forêt est d'augmenter son puits de carbone pour limiter les effets du réchauffement climatique, sinon le réchauffement va continuer à affaiblir la forêt et réduire sa capacité à absorber le CO₂, ce qui accélère le réchauffement. Nous sommes dans un cercle vicieux. De la même façon que chaque habitant de la planète a un rôle positif ou négatif dans l'atténuation du réchauffement, chaque forêt aussi petite soit-elle a un poids significatif et indispensable à mettre dans la balance. Actuellement, il semble que chaque forêt française ignore complètement le problème, ce qui rend difficile sinon impossible pour le pays de pouvoir respecter l'objectif zéro carbone des accords de Paris en 2050.

⁶⁵ Francis Hallé, conférence sur son projet de forêt primaire en Europe; 10 déc. 2022 à l'académie du climat, organisé par « l'Université du Bien Commun ».

⁶⁶SNPN : Société nationale de protection de la nature.

⁶⁷ Les forêts tropicales menacées par des températures incompatibles avec la photosynthèse. <https://www.courrierinternational.com/depeche/les-forets-tropicales-menacees-par-des-temperatures-incompatibles-avec-la-photosynthese.afp.com.20230823.doc.33t86m2.xml>
Louis Vallin ; intervention au colloque FNE IdF du 8 juin 2023, sur les forêts franciliennes.

7.5 La fonction sociale

- Parmi les trois piliers du développement durable définis en 1987 (figure 1.3) et évoqués dans l'introduction, se trouve la fonction sociale. Les forêts publiques sont souvent considérées comme biens communs appartenant à tous les usagers

La fonction sociale est difficile à évaluer. Une enquête [ViaVoice/ONF⁷⁰](#), observatoire des forêts franciliennes en avril 2022, donne des indications :

- **Fréquentation** : 50% des sondés se rendent en forêt plus d'une fois par mois
- **Activités principales** : Promenade à pied (80%) ; pique-nique (39%) ; promenade à vélo (25%) ; cueillette (22%) ; jogging (17%) ; lecture (16%) ; relaxation (12%).
- **Raisons principales pour aller en forêt**: être en pleine nature (64%) ; être au calme et profiter du silence (55%) ; respirer l'air pur (53%) ; marcher dans les sentiers (48%) ; être en contact avec la faune et la flore (32%)
- **Emotions positives ressenties** : Sérénité (93%) ; symbiose avec la nature (86%) ; sensations revigorantes (86%) ; joie (86%)
- **Avis sur l'exploitation** : Insuffisante, pourrait être augmentée : 15% ; Suffisante : 46% ; Trop importante, l'exploitation doit diminuer : 26%
- **Positionnement vis-à-vis de mesures concernant les forêts franciliennes** : couper du bois est une mauvaise idée pour 63% des franciliens ; créer des zones interdites à l'homme pour préserver la biodiversité est une bonne idée pour 87% des sondés

Synthèse : la forêt est appréciée par la plupart des franciliens comme lieu de ressourcement. Ils l'aiment en tant qu'espace naturel pour les sensations positives qu'elle leur inspire. Concernant l'exploitation, très peu de personnes citent l'exploitation comme étant un rôle de la forêt francilienne. Une fois qu'on leur en parle, la majorité considère même que couper du bois n'est pas une bonne idée. Cependant, elles sont moins nombreuses à penser qu'il ne faut pas augmenter l'exploitation. C'était avant que le public sache ou s'aperçoive que l'exploitation allait s'intensifier. Percevoir un changement de gestion peut prendre de nombreuses années pour le public comme pour un professionnel étranger au site.

⁶⁸Enquête ONF/ViaVoice 2022

On peut aussi noter que des enquêtes d'urbanisme⁶⁹ montrent l'attrait souvent déterminant de la forêt dans les choix du lieu d'habitation, même pour des personnes qui ne s'y rendent pas souvent.

Au titre de la fonction sociale, la notion de beauté du paysage est importante et conduit logiquement à celle de patrimoine paysager. La forêt fait partie du patrimoine, à fortiori si elle est publique.

Les promeneurs valorisent enfin la densité de la canopée qui donne la sensation d'une vraie forêt et une plus grande immersion dans un espace de nature.

Les forêts en libre évolution (non exploitées) que nous avons pu voir à Verrières et Dourdan sont belles et répondent aux attentes du public.

Un contrat Etat-ONF⁷⁰ établi en 2021 propose d'établir 10% des surfaces forestières en protection forte, ce qui va dans le bon sens mais est encore insuffisant pour répondre aux souhaits du public.

La répartition de la population française sur l'hexagone est très inégale. Ainsi 12 millions de franciliens ne bénéficient que de 270 000 ha de forêts, soit 225 m² de forêt par habitant, alors que c'est 14 fois plus pour le reste de la France. Ainsi, la fonction sociale apparaît-elle plus cruciale dans notre région et autour des grandes métropoles françaises. **L'intérêt économique des forêts urbaines qui représentent une très faible surface est insignifiant alors que leur intérêt sociétal est majeur.** Elles devraient donc faire l'objet d'un statut spécifique et avoir la possibilité d'être exemptes d'exploitation ou au moins bénéficier d'une exploitation réduite. A présent, c'est la commercialisation du bois correspondant à la fonction économique qui prime.

L'objectif principal de la plupart des acteurs agissant sur la gestion est la pérennité de nos forêts. Mais de quelle forêt voulons-nous la pérennité ? Puisque la fonction sociale est prioritaire de l'avis de tous, le type de forêt francilienne qui est souhaitée durable et pérenne doit être celle que les franciliens demandent : une forêt naturelle avec de grands et vieux arbres offrant une belle canopée. Que les arbres aient ou non une grande valeur commerciale n'est pas important, si les tilleuls se plaisent mieux que les chênes à Meudon, laissons-les pousser. Pourquoi vouloir supprimer 27% de la forêt pour favoriser les chênes ? C'est bien un but commercial qui nuit à tous les autres enjeux sociétaux car :

- Il est contraire aux souhaits du public ;
- Il affecte très probablement la pérennité de la forêt en cette période de réchauffement climatique,
- Il transforme la forêt en émetteur de CO₂ alors que le besoin est d'en stoker
- Il impacte négativement la biodiversité qui est aujourd'hui un enjeu majeur, au même titre que le climat ;
- Il affecte les circuits de l'eau que les forêts entretiennent et qui aident à surmonter les effets des sécheresses présentes et surtout à venir.

⁶⁹ Enquête préliminaire à l'élaboration du Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) du territoire Grand Paris Seine Ouest (GPSO), (2021). La raison principale pour les habitants des communes limitrophes des forêts de Meudon et de Fausses Reposes était la présence de la forêt alors que ce n'était pas le cas pour ceux des autres communes.

⁷⁰ Contrat état-ONF 2021-2025; lien : chrome://external-file/ONF_contrat_Etat_2021_2025.pdf; voir p.21, orientation 3.

8. Analyse critique de la gestion forestière

La Stratégie Nationale Bas Carbone en cours (SNBC2), établie pour respecter les accords de Paris de façon à atteindre la neutralité carbone en 2050, table sur un maintien de la quantité de CO₂ absorbée chaque année (puits de carbone) par les forêts tout en préconisant l'augmentation des prélèvements de bois. Le rapport de l'académie des sciences⁷¹ note qu'en fait :

« La croissance nette des forêts métropolitaines a diminué de 10%, la mortalité a augmenté de 54% et les prélèvements ont augmenté de 20% entre 2005-2013 et 2012-2020. Sources : CITEPA 2022 et IGN 2022 ».

Ces chiffres s'arrêtant aux mesures de 2020 ne prennent pas en compte l'effet de la longue sécheresse, des quatre vagues de chaleur et des mégafeux de 2022.

L'absorption constante de CO₂ espérée tout en augmentant les prélèvements ne s'est pas produite. L'objectif de maintien de l'absorption de CO₂ par la forêt ne pourra pas être tenu. Le rapport de l'Académie des sciences sur les forêts recommande de réviser ces objectifs.

Le réchauffement du climat a des effets négatifs sur les forêts :

1. Les températures élevées de l'air et le manque d'eau dans les sols en période estivale réduisent à zéro la croissance des arbres pendant une plus grande partie de l'année, ce qui réduit le puits de carbone et augmente la mortalité des arbres (+ 50% en moins de dix ans).
2. Les parasites proviennent généralement d'écosystèmes extérieurs à celui des forêts touchées. Celles-ci peuvent d'ordinaire se défendre contre les parasites, mais le changement climatique fragilise les arbres, ce qui augmente leur vulnérabilité en cas d'attaque parasitaire. C'est le cas des châtaigniers des forêts franciliennes dont celle de Meudon.
3. Les feux de forêt et les « mégafeux » dans les grandes plantations de résineux sont corrélés aux années de canicule et surtout de sécheresse (2003 et 2022). Notons que les mégafeux se sont produits principalement dans les plantations monospécifiques de conifères. Il serait judicieux de ne pas remplacer les forêts urbaines par des plantations de conifères comme le rêvent nombre de gestionnaires forestiers pour améliorer les rendements ou les politiques pour réduire les importations. La sécurité du grand nombre de citoyens habitant en lisière de forêt est en jeu.

Il serait donc souhaitable à l'échelle nationale d'ajuster les récoltes pour qu'elles restent toujours bien inférieures à l'accroissement naturel. Cet accroissement naturel diminuant assez rapidement sous l'effet du réchauffement climatique, il faut l'actualiser fréquemment (tous les un ou deux ans). Ceci permettrait tout d'abord d'éviter la disparition nos forêts, d'arriver à la neutralité carbone en 2050 et enfin de préserver leurs nombreux services écosystémiques.

Revenons à présent à la gestion de la forêt de Meudon.

⁷¹Rapport de l'académie des sciences (juin 2023): Les forêts françaises face au changement climatique - Juin 2023. Voir tableau p. 45 du rapport.

8.1 Gestion en futaie régulière

Jusqu'en 2017, la forêt de Meudon comme les autres forêts publiques de France étaient gérées par l'ONF en « futaie régulière », c'est-à-dire par coupes rases sur une parcelle donnée. Ce terme du vocabulaire forestier signifie que tous les arbres d'un peuplement ont le même âge, ont grandi et seront coupés en même temps au même âge, ce qui est pratique pour l'exploitation. Par contre, la biodiversité associée à la partie aérienne des arbres disparaît avec ceux-ci ; quant au sol exposé au soleil, il se dessèche, ses microorganismes meurent et son contenu de carbone est rapidement ré-émis en CO₂ dans l'atmosphère. Le réseau racines-mycorhizes est détruit suite à la mort de toutes des racines vivantes et des champignons. Puis, de plus en plus, les sécheresses répétées compromettent la régénération naturelle sur les sols secs et dénudés résultant des coupes de récoltes finales. Les amis de la forêt qui l'utilisent pour leur bien-être ou qui habitent en lisière des coupes, s'indignent des paysages défigurés pour des décennies avant de ressembler à nouveau à une forêt. En Île-de-France, l'ONF a très justement décidé d'abandonner en 2017 ce mode de gestion qui reste à la base de l'exploitation forestière française depuis de nombreuses années.

8.2 Gestion en futaie irrégulière

Le nouveau mode de gestion appelé « futaie irrégulière », consiste à amener une grande diversité d'âges et d'espèces tout en privilégiant les espèces commerciales principales fournissant du bois d'œuvre, chênes et châtaigniers à Meudon. Il s'agit de prélever ici et là des arbres de manière à garder, en théorie, un couvert forestier continu. La mise en œuvre sera progressive sur un laps de temps plus ou moins long selon les caractéristiques des peuplements. Ce type d'exploitation paraît plus vertueux pour la biodiversité et le respect des paysages.

Cependant, les moyens prévus ne sont pas sans inconvénients. Les travaux de coupe et d'éclaircissement dans cette forêt urbaine et historique la plus proche de Paris, sont prévus de façon industrielle à l'aide de gros engins forestiers de plusieurs dizaines de tonnes. Cette mécanisation résulterait d'une certaine pénurie de bûcherons et de la pénibilité de ce travail. Pour éviter que les gros engins tassent le sol sur toute la forêt, leur circulation sera restreinte à des chemins appelés « cloisonnements » de 4 m de large tous les 24 m. Ils seront « entretenus » pour éviter que les arbres n'y repoussent et ainsi assurer leur réutilisation tous les 8 ou 10 ans. Tous ces arbres coupés sur 1/6 de la surface de forêt s'ajoutent à ceux qui relèvent de la gestion par futaie irrégulière.

Une partie significative de la surface forestière se trouvera déboisée définitivement. Son sol présente de forts risques de rester tassé en quasi-permanence : un seul passage d'engin de chantier forestier au mauvais moment sur un sol imprégné d'eau, le tasse à 70 ou 80%. Les processus de régénération d'un sol tassé (retour des vers de terre, etc.) prennent des dizaines d'années. L'IBP nous apprend qu'il faut des milieux ouverts en forêt mais pas au-delà de 5% de peuplements clairs ; au-delà il y a trop de lumière pour les écosystèmes forestiers. Les cloisonnements du sol forestier constituent également des barrières souterraines à la propagation des racines et du réseau mycorhizien associé qui contribue grandement à la santé d'une forêt. Marc-André Sélosse⁷², spécialiste des sols, déconseille fortement ce traitement dans ses ouvrages.

⁷² Marc-André Sélosse : « L'Origine du Monde » ; Actes Sud ; 2021.

Le problème principal de cette mise en œuvre de la futaie irrégulière vient de l'utilisation de ces engins démesurés. De nombreux arbres seront proches d'un cloisonnement. La progression de leurs racines et du réseau mycorhizien souterrain sera entravée, ce qui nuit à l'épanouissement des arbres et de la forêt. Cette nouvelle possibilité de surexploiter la forêt à la seule volonté du gestionnaire en coupant de grandes quantités d'arbres suscite aussi de grandes inquiétudes.

La fonction sociale des forêts urbaines est reconnue par tous, y compris l'ONF, comme prioritaire. La forte altération des paysages par l'utilisation de gros engins forestiers n'est pas compatible avec le bien-être du nombreux public qui fréquente les forêts urbaines.

Les forêts historiques comme celle de Meudon doivent être protégées d'un tel traitement.

8.3 Nouveau plan d'aménagement (2021-2040) de la forêt de Meudon

Le nouveau plan d'aménagement de la forêt de Meudon a été présenté fin 2021 aux élus locaux et aux associations lors d'une réunion du comité de forêt, organisé par l'ONF et la Mairie de Meudon. Pour cette forêt, c'est le premier plan qui adopte la futaie irrégulière comme mode de gestion généralisé. Une partie marginale l'était dans le plan précédent, mais sans l'intensité des coupes prévues à présent.

Deux problèmes sont préoccupants pour l'avenir de cette forêt. Des châtaigniers en nombre croissant sont atteints par la maladie de l'encre et la régénération naturelle des chênes est de plus en plus aléatoire. Il est prévu de remplacer les châtaigniers dépérissants par des chênes (espèce de grande valeur commerciale), soit par régénération naturelle soit par plantations. Le point le plus inquiétant est l'annonce d'une réduction importante (27%) de la densité moyenne de bois à l'hectare dans les prochaines années. Ceci n'est plus du développement durable et questionne la pérennité de cette forêt.

8.3.1 Analyse du nouveau mode de gestion à l'aide de l'IBP

L'IBP a été sponsorisé par des professionnels en vue de la bonne santé des forêts françaises et aide à l'évaluer.

Les facteurs C et D de l'IBP (gros bois mort sur pied et au sol respectivement) sont représentatifs de l'importance du bois mort. Ils sont à la base de la chaîne alimentaire des écosystèmes forestiers. Le bois mort fait partie de la matière organique qui nourrit les sols. Les sols, d'après Marc-André Sélosse, sont à l'origine du monde tel que nous le connaissons. Les arbres, les forêts et les écosystèmes forestiers en dépendent. L'inventaire IBP de la forêt de Meudon montre qu'il n'y a pas assez de gros bois mort. Il est ramassé pour être « valorisé » en bois de chauffage ce qui nuit à la santé des franciliens. Les facteurs C et D demandent de laisser du gros bois mort au sol. Ce bois met plus d'un demi-siècle à relâcher du CO₂ lors du lent processus de décomposition durant lequel il continue à stocker du carbone. Ainsi, ces deux facteurs IBP jouent un rôle positif pour lutter contre le réchauffement climatique.

Les facteurs E (Très gros bois vivant) et G demandent de très gros arbres. Ce facteur est assez satisfaisant pour la forêt de Meudon. Cependant, doubler la production de bois va réduire l'âge moyen des arbres et leur diamètre. Le nombre de gros arbres va diminuer. Un bon score pour ces deux facteurs indique une bonne séquestration du carbone dans le bois des arbres.

Le facteur G demande un peu de milieux ouverts, mais pas plus de 5% de la surface évaluée. Beaucoup de parcelles sont déjà au-delà de ces 5% et la mise en lumière de toute la forêt pour favoriser une essence privilégiée pour sa simple valeur commerciale, va ouvrir davantage le milieu, réduisant le score de ce facteur.

8.3.2 Contradictions entre impératifs économiques et tous les autres

L'ONF est un Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC). Il fait ainsi partie des acteurs de la filière bois. Comme on peut s'y attendre d'un EPIC, il se concentre sur les bénéfices économiques que la forêt peut apporter. Mais outre la fonction économique, abondamment développée dans le code forestier, il y a deux autres fonctions, sociale et biodiversité, qui semblent négligées et peu contraignantes. De plus l'ONF doit s'autofinancer ou trouver des financements pour assurer ces deux autres fonctions qui apparaissent donc comme secondaires. Suite à la sortie du document définissant la stratégie nationale bas carbone (SNBC2), l'état et le ministère de l'agriculture ont donné l'objectif⁷³ d'exploiter davantage les forêts françaises et franciliennes (voir le Plan Régional de la Forêt et du Bois 2019-2029).

L'IBP montre qu'une exploitation accrue nuit à la santé de la forêt de Meudon et à sa capacité d'accueil de la biodiversité. La population dense de l'Île-de-France dispose de beaucoup moins de surface de forêt par habitant que le reste de la France (14 fois moins). Ces habitants demandent à bénéficier d'une belle forêt la plus naturelle possible. Le bilan carbone de l'augmentation des coupes prévues est désastreux, la forêt deviendra émettrice de CO₂ au lieu d'en séquestrer, ce qui est déjà le cas pour les Hauts-de-France et le Grand-Est. Étonnamment, la mission de l'ONF ne comprend pas l'évaluation du bilan carbone lié à ses plans de gestion ! Les tassements sur les nouveaux chemins d'exploitation vont affecter les circuits de l'eau dans la forêt.

En conclusion, il y a une forte contradiction entre répondre à la demande de consommation résultant en une augmentation des coupes et tous les autres enjeux sociétaux liés à la forêt qui, eux, dictent de les réduire.

⁷³Le Plan National de la Forêt et du Bois (PNFB) paru en 2017 conduit à augmenter les récoltes de bois qui étaient 60% environ de l'accroissement des forêts françaises. Ce plan a été décliné par des plans régionaux (PRFB). Celui d'Île-de-France a été adopté en 2019 et prévoit aussi une forte augmentation des coupes.

8.4 Idées reçues contestables

Voici quelques idées fréquemment citées pour justifier les coupes :

« Les forêts non entretenues sont inextricables ». On a pu constater en allant les visiter que les forêts en libre évolution d'Île-de-France (voir fig. 7) sont en fait dégagées au sol, la couche herbacée et de buissons est faible ; elles sont moins sujettes aux incendies⁷⁴ car plus humides.

• « *Il faut couper les arbres pour rajeunir la forêt, c'est pour le bien de la forêt de demain* ». La forêt francilienne et française en général est très jeune, même trop jeune. Les forêts en libre évolution depuis 50 à 70 ans sont plus belles et en meilleur état que les forêts exploitées, et elles le resteront très probablement quels que soient les tempêtes, les problèmes climatiques, sanitaires, ou autres. **Moins on l'exploite, plus la forêt est belle et en bonne santé.**

• « Le chauffage au bois, matériau renouvelable, est écologique et vertueux ». Du point de vue écologique, le chauffage au bois émet 3 fois plus de CO₂ que le gaz de ville et deux fois plus que le fioul. Cette question a été développée au paragraphe 7.1.2 en ce qui concerne le bilan carbone et 7.2 pour les effets délétères sur la santé des habitants des métropoles urbaines.

• « L'exploitation de bois-d'œuvre permet de stocker à long terme le carbone dans les produits bois ». On a vu au paragraphe 7.1.4 que seulement 1/3 du volume de bois d'œuvre faisait office de stockage de carbone. Ce stockage peut avoir une certaine efficacité pour les produits de très longue durée, supérieure au siècle, mais pas pour la majorité des cas dont la moyenne de demi-vie des produits fabriqués est de l'ordre de 30 à 40 ans. En effet, il faut compter les produits en fin de vie qui ont été fabriqués dans les années 80 ou 90 et relâchent leur carbone aujourd'hui. Ceci annule pratiquement l'effet vanté du stockage dans les fabrications d'aujourd'hui. France Stratégie³⁸ dans son rapport de juillet 2023, fait ce même raisonnement et émet des doutes quant au bon bilan carbone attribué au bois d'œuvre.

8.5 Gouvernance de la gestion forestière

La gouvernance que souhaitent le public et les associations est en adéquation avec la charte de l'environnement⁷⁵, notamment :

- Art. 1er. - Chacun a le droit de vivre dans un environnement équilibré et respectueux de la santé.»
- Art. 3. - Toute personne doit, dans les conditions définies par la loi, prévenir les atteintes qu'elle est susceptible de porter à l'environnement ou, à défaut, en limiter les conséquences

⁷⁴Toby Aykroyd et al. ; Les forêts naturelles en libre évolution résistent très bien aux incendies. Le Monde du 17 août 2023.

⁷⁵ LOI constitutionnelle n° 2005-205 du 1er mars 2005 relative à la Charte de l'environnement. Version en vigueur au 27 août 2023

- Art. 7. – Toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement.

L'article 1er est évidemment le but ultime de la démarche des associations et du public. Il s'adresse aussi à des décideurs qui ont des projets fondés sur des objectifs sans lien direct avec la biodiversité et le respect de l'environnement, tels que la prospérité matérielle, la croissance, le développement, etc.

Il faut chercher des points de rencontre et les alternatives possibles pour chacun. L'article 3 fait penser au nouveau plan d'aménagement de Meudon qui, à notre sens, présente un sérieux risque pour la pérennité de cette forêt. Il est donc important d'interagir avec les gestionnaires et en application de l'article 7 avoir accès aux informations nécessaires et participer à l'élaboration des plans d'aménagement qui ont une forte incidence sur notre environnement.

Le dialogue actuel avec l'agence locale de l'ONF ressemble plutôt à celui d'un sachant qui cherche à enseigner ce qu'il pense plutôt qu'à entendre ce que disent le public, les associations et les scientifiques. Ce mode de consultation consiste principalement en des comités de forêt annuels où l'ONF est seul à faire une longue présentation et où les questions de fond du public ne peuvent pas être abordées correctement par manque de temps. Un mode d'échanges plus constructif et réellement bidirectionnel doit s'instaurer dans la présente période de crise des forêts.

8.6 Estimation des services non-marchands de la forêt

Un arbre n'a une valeur économique que lorsqu'il est abattu et vendu pour répondre à la demande du marché. Mais les arbres vivants ont une valeur toute autre et qui n'est pas considérée. Quand on exploite une forêt, les bénéfices sur le bien-être, la santé, le climat, la biodiversité et la ressource en eau, c'est à dire les services écosystémiques ne sont pas comptabilisés.

Bernard Chevassus-au-Louis aborde ce sujet⁷⁶ en 2009. L'exploitation des forêts étaient de l'ordre de 75 €/ha/an pour les ventes de bois ; la somme des services était évaluée à 970 €/ha/an en moyenne nationale, ce qui accorde une valeur 13 fois plus importante pour les services écosystémiques que pour celle du bois coupé. Pour les forêts très fréquentées, comme celles d'Île-de-France, la valeur récréative était logiquement plus élevée (cinq fois plus que la moyenne nationale) ce qui conduisait à 1770 €/ha/an. On arrivait donc à une **valeur des services écosystémiques de la forêt de Meudon 24 fois plus importante que celle de la récolte de bois.**

Depuis, des travaux d'EFESE⁷⁷ publiés en 2018 ont actualisé et complété ces estimations. Sur la seule fonction sociale de promenade et santé, l'évaluation s'est basée sur les 10 milliards d'Euros de frais de transport que les Français ont consentis pour leurs déplacements en forêt.

⁷⁶Bernard Chevassus-au-Louis ; Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes : contribution à la décision publique. (2009).

⁷⁷EFESE : Evaluation Française des Ecosystèmes et des Services Ecosystémiques. Rapport 2018 « Les écosystèmes forestiers ». ISBN : 978-2-11-145860-4. Des extraits dont celui cité ici figurent sur le rapport parlementaire Cattelot pour le premier ministre. Anne-Laure Cattelot : « La forêt et la filière bois à la croisée des chemins : l'arbre des possibles ».

Ces dépenses que la population est prête à faire pour se rendre en forêt est une marque de leur attachement à la forêt et une façon indirecte de faire une estimation qui est difficile autrement. On est à 585 €/ha/an rien que pour cette fonction en moyenne nationale. Cette enquête ne différencie pas les forêts très fréquentées des autres. En prenant le même facteur que précédemment pour en tenir compte, on obtient une dépense de transport proche de 3000€/ha/an, trois fois plus que l'évaluation précédente de Bernard Chevassus-au-Louis.

Très récemment, le rapport de l'Académie des Sciences sur les forêts⁷⁸ donne aussi des chiffres. Notons la valeur marchande du bois récolté en 2021 qui s'est élevée à 3,8 G€ (222€/ha/an en moyenne), celles non marchandes des activités récréatives 29+/-19 G€ (~1700 €/ha/an en moyenne). Cette enquête ne différenciant pas non plus les forêts très fréquentées des autres, on applique le même facteur que précédemment pour en tenir compte. Ceci valorise les activités récréatives à 8500 €/ha/an. Le puits de carbone est évalué à 3,5 G€ (205 €/ha/an en moyenne) à raison de 30€ la tonne en 2015. Depuis 2015, le prix du CO₂ a triplé (90 €/t en mars 2023), ce qui permet d'actualiser la valeur du puits de carbone à 615 €/ha/an. Ainsi, **La valeur non-marchande totale des bienfaits pour le climat et des activités récréatives atteindrait 9115 €/ha/an, pour une valeur marchande de 222 €/ha/an, soit un rapport 41 !**

Ainsi, bien que ces estimations soient peu précises, elles montrent clairement que les valeurs sociétales sont très supérieures aux bénéfices commerciaux de l'exploitation du bois. En outre, c'est sans compter d'autres aspects importants tels que la santé, la purification de l'eau, de l'air et la biodiversité, qui n'ont pas été évalués dans ces études. En vérité, il conviendrait de les appréhender correctement avant même de les évaluer, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui. C'est pourquoi le rapport de l'Académie des sciences⁷¹ recommande d'entreprendre un effort important de recherche pour évaluer l'impact de la gestion forestière sur les biens et services non-marchands des forêts. Il s'agit de recherches interdisciplinaires qui prendraient en compte la demande sociale.

Un rapport parlementaire⁷⁹ a tenté sans succès de suggérer des solutions pour rémunérer les propriétaires de façon que leur gestion préserve les services écosystémiques.

8.7 Propositions de gestion pour la forêt de Meudon

L'important pour la fonction sociale est d'assurer la pérennité d'une forêt telle que nous l'aimons pour que les générations futures en profitent comme nous en profitons aujourd'hui. Pour les forêts urbaines, la priorité de la fonction sociale sur celle d'exploitation conduit à définir le type de forêt que l'on souhaite pour le futur. Une grande partie de cette réflexion a été menée avec des associations franciliennes impliquées dans la défense des forêts (Les Amis du bois de Verrières, Ursine Nature, Dagoverana, etc), et Philippe Bouchez⁵², responsable forestier de la Somme.

⁷⁸ Rapport de l'Académie des sciences (juin 2023): Les forêts françaises face au changement climatique - Juin 2023. Voir tableau p. 45 du rapport de l'Académie. https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/060623_foret.pdf

⁷⁹ Rapport Cattelot : Anne-Laure Cattelot – La forêt et la filière bois à la croisée des chemins : l'arbre des possibles.

La démarche comprend deux volets :

Le premier a consisté à observer des forêts franciliennes et évaluer à la fois leur intérêt pour le public que nous sommes et leur résilience au changement climatique après l'été 2022, particulièrement sévère pour sa longue sécheresse et ses quatre vagues de chaleur successives. Ce type d'évènement climatique extrême est annoncé par le GIEC comme allant devenir la norme, puis empirer à l'avenir. Le type de forêt qui correspond le mieux à ce que le public demande, le ressenti de bien-être et la naturalité des lieux est une forêt en libre évolution. Mais une libre évolution tout de même ouverte au public. Des modalités sont à définir pour y accéder, éventuellement avec des restrictions, comme sur l'ampleur du réseau de voies ouvertes à la promenade. Ceci semble pouvoir assurer la pérennité des forêts franciliennes à court et moyen terme, de l'ordre d'une trentaine d'années. Ce type de forêt en libre évolution atteindra un IBP de 100% en moins d'un siècle. Sa biodiversité s'enrichira au fur et à mesure de son vieillissement, elle agira sur le climat avec un bon puits de carbone et elle résistera mieux aux sécheresses en attirant la pluie et en conservant l'eau dans son sol.

Le second volet concerne la résistance aux températures élevées des essences d'arbres présentes aujourd'hui. Seront-elles encore viables, c'est-à-dire arriver à maturité et se reproduire naturellement, avec les températures prévisibles à venir ? Ceci n'est pas du tout sûr. Les sécheresses à répétition fragilisent les arbres et augmentent leur mortalité. La libre évolution devrait améliorer leur résilience. Mais la température maximale que peuvent supporter les arbres est encore mal connue et demande des efforts de recherche.

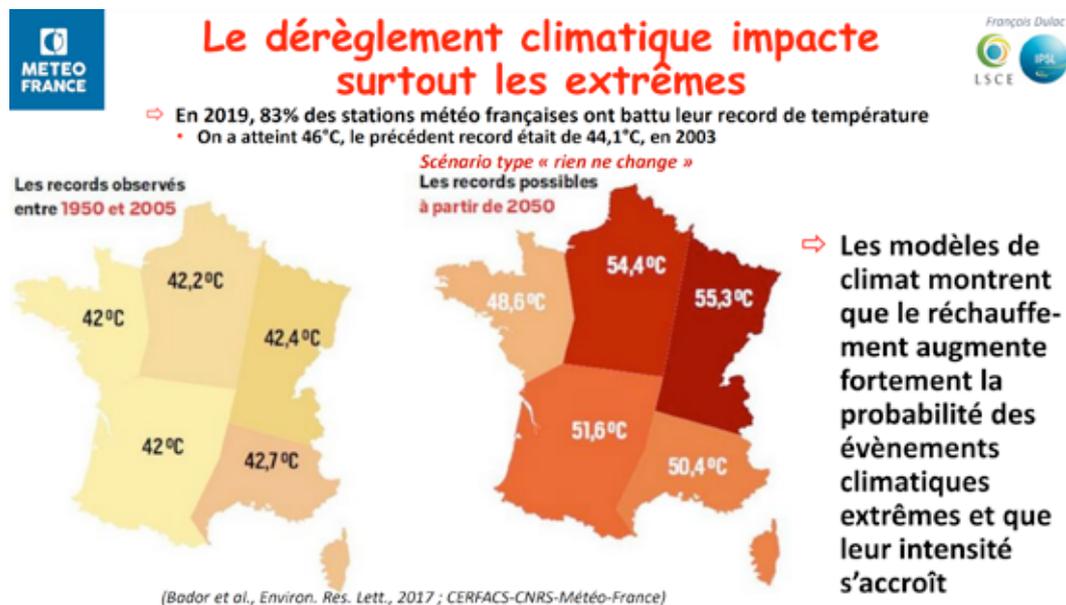


FIGURE 8.1: RECORDS DE TEMPÉRATURES PASSÉS ET PROBABLES DANS UN AVENIR RELATIVEMENT PROCHE, À PARTIR DE 2050.

François DULAC LSCE

A la lumière des connaissances actuelles, des experts⁸⁰ parlent de « températures de rupture » au-delà desquelles la photosynthèse ne se produirait plus ; ce qui provoquerait la mort plus ou moins massive d'arbres. Cette température se situerait aux alentours de 47 à 50°C pour les essences franciliennes. Or les simulations publiées par le GIEC5 prévoient la possibilité de températures extrêmes au-delà de ce seuil à partir de 2050 (voir figure 8.1). Ainsi, il paraît indispensable d'envisager qu'au moins une partie de la forêt soit gérée de sorte que des essences qui auraient pu migrer naturellement, si la vitesse de changement du climat avait été plus lente comme dans les périodes inter-glacières du passé, puissent tout de même le faire grâce à une migration dite assistée.

Des modèles de gestion de ce type existent en Belgique et en Allemagne dans le cadre de l'exploitation. Mais pour les forêts franciliennes il s'agit de s'orienter sur le rôle principal des forêts urbaines et péri-urbaines. Les risques étant à relativement brève échéance, des essences à croissance rapide ne sont pas à exclure. L'absence d'impératifs d'exploitation devrait aider et ne pas compliquer des choix déjà difficiles. Cette migration assistée serait axée de façon prioritaire sur une diversité d'espèces qui auraient naturellement migré au nord si le réchauffement n'était pas si rapide. Mais des espèces pouvant supporter des températures très élevées sont aussi à envisager pour améliorer les chances de régénération de la forêt en cas extrême. De grandes précautions doivent être prises pour éviter les catastrophes qu'une espèce invasive pourrait provoquer. Les incertitudes étant importantes l'idée est de varier les essences en partant des plus proches de nos écosystèmes pour être en mesure d'étendre les plus prometteuses et d'exploiter la diversité génétique propre à chaque espèce. Il s'agit avant tout d'observer ce que nous dit la nature plutôt que jouer à l'apprenti sorcier. Ce type de projet demande du temps que nous n'avons probablement pas, mais mérite d'être étudié.

Le public se sent très concerné pour les forêts les plus visitées comme celle de Meudon. Considérant la valeur d'intérêt général de cette forêt, la concertation entre l'ONF et le public, dans le cadre de la révision des plans d'aménagement, ne peut pas se résumer à la présentation des intentions et au recueil des réactions. La concertation doit être initiée plus en amont et entretenue en permanence.

⁸⁰Les forêts tropicales menacées par des températures incompatibles avec la photosynthèse. <https://www.courrierinternational.com/depeche/les-forets-tropicales-menacees-par-des-temperatures-incompatibles-avec-la-photosynthese.afp.com.20230823.doc.33t86m2.xml>

Louis Vallin ; intervention au colloque FNE IdF du 8 juin 2023, il parlait des forêts franciliennes.

9. Conclusions

Le plaisir de se promener, d'admirer les arbres et la majesté de la forêt dans son ensemble a motivé ce travail. Une seconde motivation a été d'essayer de savoir si la forêt pourra apporter ces mêmes joies à nos petits enfants et aux générations futures. L'augmentation importante des coupes de bois prévues ne risquent-elles pas de menacer l'avenir ? L'IBP est un bon outil pour essayer de comprendre le fonctionnement de la forêt et répondre à ces questions.

Après quelques années d'évaluation par l'IBP de l'ensemble du massif forestier de Meudon, nous avons trouvé pour la seule partie gestion, un score de 71 sur un maximum possible de 100. La note 100 ne correspond pas à une forêt idéale mais à une forêt en bonne santé du point de vue d'un exploitant forestier. Les raisons principales pour ce score peu élevé, sont la quasi-absence de gros bois mort et dans une moindre mesure un léger excès de milieux ouverts.

Cette étude a commencé avec l'idée de pouvoir faire un suivi dans le temps de cette forêt. Il semble que la précision nécessaire à ce suivi soit suffisante pour procéder à une autre campagne dans une dizaine d'années. Cette précision provient du grand nombre d'unités de gestion évaluées, de la bonne définition de la procédure de relevés IBP et du temps relativement réduit (3 ans) de la campagne de mesures.

Un résultat de ce travail, peut-être le plus important, est qu'il nous paraît impossible d'améliorer la capacité d'accueil de la biodiversité en intensifiant les coupes de bois dans cette forêt.

Sur la base de données scientifiques récentes, nous avons fait le point sur la situation des forêts :

- Les forêts françaises ont perdu la moitié de leur capacité d'absorption du carbone de l'atmosphère en 10 ans
- L'exploitation des forêts françaises via les filières bois-énergie, bois-industrie et bois d'œuvre, est émettrice de carbone, globalement à un niveau important vis à vis des émissions de gaz à effet de serre de la France.
- Parmi les énergies renouvelables, Le chauffage au bois émet beaucoup plus de CO₂ que la géothermie, les pompes à chaleur mais aussi que le gaz ou le fioul et davantage que le charbon.
- le chauffage au bois pollue l'air par les particules fines ce qui réduit l'espérance de vie des Français, surtout dans les métropoles.

Notre analyse nous a permis de montrer l'urgence de modérer significativement la consommation de bois sans suivre aveuglément la demande croissante du marché, ni l'encourager par des subventions.

Concernant la gestion actuelle de la forêt de Meudon, nous comprenons que la fonction économique puisse être prioritaire pour l'ONF qui fait son travail d'établissement public industriel et commercial (EPIC). Mais nous contestons le poids excessif de l'exploitation du bois, dans le cadre de la multifonctionnalité. Cette multifonctionnalité vantée par les pouvoirs publics et l'ONF, reste théorique et ne se traduit pas ou très peu sur le terrain vers la fonction biodiversité et la fonction sociale.

Les forêts franciliennes en libre évolution résistent mieux aux sécheresses et canicules présentes et probablement à venir que les forêts exploitées. Ce sont aussi les forêts qui répondent le mieux à la demande de naturalité du public, au puits de carbone le plus performant, au développement optimum de la biodiversité forestière et à la préservation des nappes phréatiques. Cependant, pour la sécurité du public, il serait nécessaire d'assurer un entretien minimum. Ces coûts d'entretien, même réduits, ont besoin de financement.

Nous préconisons de préserver de toute exploitation de larges secteurs de **forêt en libre évolution** d'environ la moitié de la surface totale pour les raisons suivantes:

- Ces forêts résistent mieux aux sécheresses et canicules présentes et probablement à venir que les forêts exploitées.
- Ces forêts répondent le mieux à la demande de naturalité et de maintien du paysage forestier pour le public,
- Ces forêts peuvent garder leur capacité maximum de captation du carbone.
- Ces forêts garantissent un développement optimum de la biodiversité et la préservation des nappes phréatiques.
- Ces forêts peuvent être visitées par le public en limitant les interventions à des élagages et entretiens à minima qui permettent l'accès au public.

Toutefois, compte tenu des perspectives de vagues de chaleur pouvant atteindre 50 °C d'ici 30 ans, et qui pourraient entraîner une mortalité importante des arbres, nous préconisons aussi d'envisager dès maintenant, une migration assistée d'espèces nouvelles, capables de mieux résister à la chaleur et la sécheresse.

La forêt à laquelle on peut penser serait une mosaïque de secteurs d'une centaine d'hectares chacun. La moitié d'entre eux serait en libre évolution, mais accessible au public et l'autre moitié en migration assistée dont les espèces cibles seraient diversifiées. Cette migration assistée respecterait les souhaits de naturalité et d'accès du public sans les enjeux commerciaux actuels.

Nous sommes à un tournant majeur à cause du climat qui se détériore déjà. Agir dès maintenant pour les forêts urbaines, comme la forêt de Meudon est la condition pour les sauver.

Ne laissons pas les pouvoirs publics et les acteurs de la filière forêt-bois, décider sur les seuls enjeux économiques. Les autres enjeux sociétaux pèsent très lourd et les citoyens ont leur mot à dire. Le dialogue entre toutes les parties prenantes est un impératif.



FIGURE 9.1: JEAN-CLAUDE DENARD ; FORET DE MEUDON EN HIVER. ACRYLIQUE SUR TOILE. 61 x 38 cm

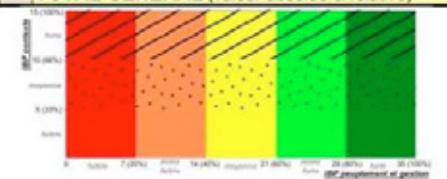
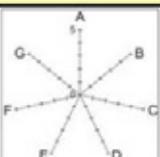
Annexe 1 : Fiche des relevés pour l'Île-de-France

Fiche de relevé IBP adaptée pour l'Île de France

		REFERENCES DU RELEVÉ	
		N°parcelle + UG:	Grp. Am ^t :
		Date	Surface :
		Noms observateurs :	
		Commentaires sur le relevé	

CRITERES DE DIAGNOSTIC IBP	
Version IBP : 2.7 AC	Surface décrite : Unité de Gestion ONF
Domaine : atlantique / continental	Type de parcours : en plein
Etage : planitiaire et coll.	
Fertilité : fertile à moy. fertile	

Facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière - Total =			
RELEVÉ IBP v2.7 AC - voir Fiche de définition IBP	A	Essences autochtones Liste des autochtones (plafonnée à 5 genres) parmi : aulne ; bouleau ; charme ; châtaignier ; chêne ; érable ; frêne ; hêtre ; if ; marronnier ; orme ; peuplier (noir, tremble) ; poirier ; pommier, prunus (padus, merisier) ; saule (blanc, marsault, cassant) ; sorbier des oiseaux ou alisier de Fontainebleau ; tilleul Score plafonné à 2 si le couvert autochtone < 10% de la surface Liste des exotiques (non utilisées pour l'IBP) :	0 - 2 - 5
	B	Structure verticale végétation Liste strates ≥ 20% : herbacée + semi-ligneuse. / feuillage bas / feuillage intermédiaire / feuillage haut	0 - 2 - 5
	C	Bois mort sur pied de grosse circonférence (BMP) Nombre de BMP (plafonné à 3/ha) = Plafond =	0 - 2 - 5
	D	Bois mort au sol de grosse circonférence (BMS) Nombre de BMS (plafonné à 3/ha) = Présence de petits bois morts au sol : oui / non	0 - 2 - 5
	E	Très gros bois vivants (TGB) Nombre de TGB (plafonné à 5/ha) = Plafd =	0 - 2 - 5
	F	Arbres vivants porteurs de microhabitats (mh) Nombre de microhabitats (plafonné à 2 mh/type/ha et total 6 mh/ha) : Plfd/type: tot. : Cavité de pics = Fente ou écorce décollée = Cavité de pied à fond dur = Champignon = Bois non carié = Coulée de sève (résine exclue) = Cavité à terreau ou bois carié, tronc = Charpentière ou cime brisée (d>20 cm) = Cavité à terreau ou bois carié, pied = Bois mort dans houppier (>20% ou d>20) = Cavité remplie d'eau = Lianes et gui (>1/3) =	0 - 2 - 5
	G	Milieux ouverts : PC : peuplement clair à végétation de milieu ouvert (pas de trouées nettes) T : trouées (diam. < 1,5 Ho) L : lisières PC présent (surf. > 5%) → score 2, 5% = m² PC quasi-abs. (surf. ≤ 5%) → indiquer surf. pour les 3 types : 6% = m² } total (%) . surf. PC (m ²) = } plaf. à 6% . surf. T (m ²) = . long. L (m) = } x 2m → surf. (m ²) =	0 - 2 - 5
Facteurs liés au contexte - Total =			
H	Continuité temporelle de l'état boisé Signes de discontinuité temporelle (murette, terrasse...) :	0 - 2 - 5	
I	Milieux aquatiques (d'origine naturelle ou artificielle) Liste (plafonné à 2 types / relevé) : Sources / Ruisselets, fossés humides non entretenus et petits canaux (largeur < 1 m) / Petits cours d'eau (l de 1 à 8 m) / Rivières et fleuves (l > 8 m) / Bras mort / Lacs (plans d'eau profonds) / Etangs (plans d'eau peu profonds) / Mares (autres petits points d'eau) / Tourbières / Zones marécageuses	0 - 2 - 5	
J	Milieux rocheux (surface > 20 m ²) Liste (plafonné à 2 types / relevé) : Falaise / Dalle / Lapiaz (et grandes diaclases fraîches) / Grotte gouffre/ Amoncellement de blocs stables (dont tas de pierre, murette > 20 m, ruine) / Affleurement de bancs de galets / Eboulis instable / Chaos de blocs > 2 m / Rochers (de hauteur inférieure à celle du peuplement : gros blocs > 20 cm, paroi ou corniche rocheuse, affleurements autres que dalle ou lapiaz)	0 - 2 - 5	
TOTAL GENERAL (valeur absolue & relative) =			

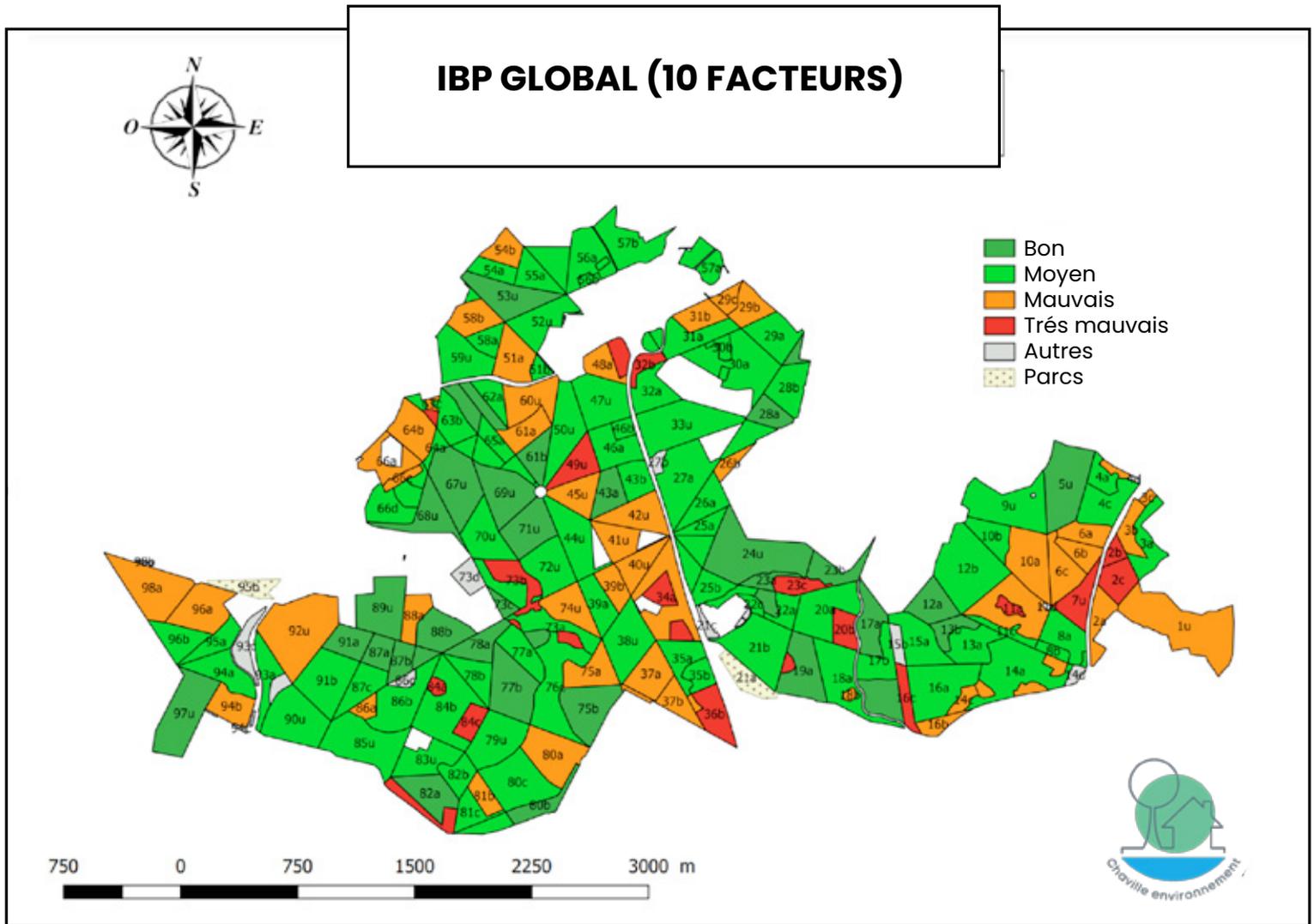
		Habitats ou espèces remarquables observés : Commentaire sur le diagnostic IBP et préconisations sylvicoles :
---	---	---

CRPF Midi-Pyrénées, IDF-CNPF, INRA Dynafor – 29/04/13

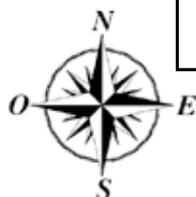
Annexe 2 : Fiche de définition Ile de France, basée sur la fiche de définition originale

	DEFINITION DES FACTEURS	SCORES
A	Essences autochtones (arbre vivant hauteur > 50 cm, ou arbre mort) Seulement les genres suivants, sans distinction d'espèces : Aulnes / Bouleaux / Charmes / Châtaigniers / Chênes / Erables / Frênes / Hêtres / Ifs / Marronniers / Prunus (padus, Merisier) / Ormes / Peupliers et Trembles / Poiriers / Pommiers / Saules (blanc, cassant) / Sorbiers (Sorbiers des oiseleurs, Alisier de Fontainebleau) / Tilleuls	0 : ≤ 2 genres 2 : 3 ou 4 genres 5 : ≥ 5 genres
B	Structure verticale de la végétation 4 strates: strate herbacée; feuillage bas < 7m ; feuillage intermédiaire 7 à 20m ; feuillage haut > 20 m Compter les strates couvrant au moins 20% de la surface totale	0 : ≤2 strates 2 : 3 strates 5 : 4 strates
C	Bois mort sur pied de grosse circonférence (essence autochtone ou pas) ; hauteur ≥ 1m. Grosseur : C à 1m ≥ 120cm (D ~ 40 cm)	0 : < 1 pied/ha 2 : ≥1 et < 3 pieds/ha 5 : ≥ 3 pieds/ha
D	Bois mort au sol de grosse circonférence (long. ≥ 1m ; autochtone ou pas) C à 1 m du gros bout ≥ 120 cm (D ~ 40 cm) Score plafonné à 2 si les bois morts plus petits sont absents	0 : < 1 tronc/ha 2 : ≥1 et <3/ha 5 : ≥3 troncs/ha
E	Très gros bois vivants (autochtone ou non) C à 1,3 m ≥ 220 cm (D ≥70 cm)	0 : <1 pied/ha 2 : >1 et <5/ha 5 : ≥5 pieds/ha
F	Arbres vivants porteurs de dendro-micro-habitats (autochtones ou non) Types de microhabitat : 1) cavités de pic (D≥4cm) 2) cavités de pied à fond dur (D≥10cm, profond >10cm) 3) cavité de pied à terreau ou à bois carié (D≥10cm, profond. > 10cm) 4) cavités de tronc à terreau ou à bois carié (D≥10cm, profond>10cm) ; 5) plage de bois non carié sans écorce (S ≥A4) 6) cavité remplie d'eau (D≥10cm) 7) fente profonde (large ≥ 1cm, prof ≥ 10cm, L > 30cm) ou écorce décollée formant un abri (décollement >1cm, L x l > 100cm ²) 8) champignon polypore (D ≥ 10cm) ; 9) coulée de sève fraîche ≥ 20 cm (résine exclue) 10) charpentièrre ou cime récemment brisée (D ≥ 20 cm) 11) Bois mort dans le houppier (≥ 20% vol. branches vivantes et mortes OU 1 branche morte D ≥ 20 cm et L ≥ 50cm) 12) Lianes (≥ 25% surface du tronc ou houppier et sur tronc de D>20 cm) et gui (≥ 25% du houppier). Un arbre peut être compté plusieurs fois s'il porte plusieurs types de microhabitats Compter au max 2 arbres/ha par type de microhabitat	0 : <1 pied/ha 2 : ≥1 et <6/ha 5 : ≥6/ha
G	Milieux ouverts permanents (pelouses ...) ou temporaires (coupes...) Relever le % de surface occupée par une végétation spécifique de milieu ouvert (strate herbacée, fleurs) en additionnant les surfaces des 4 cas : Trouées ou clairière (surface Lxl entre bords des feuillages) - Lisières herbacées : 1) avec un espace ouvert, 2) large chemin (en bordure : compter 1 lisière ; intérieur : compter 2 lisières). Surface comptée avec largeur standard de 2 m (ex : 35 m de lisière herbacée = 70 m ²) - Peuplement clair, sans trouées nettement identifiables (feuillage cachant moins de 50% du ciel)	0 : 0% 2 : <1% ou >5% 5 : 1 à 5%
Facteurs liés au contexte, résultant de l'histoire ou des conditions stationnelles		
H	Continuité temporelle de l'état boisé Forêt ancienne : présente sur la carte d'Etat-major 1826-1866 http://www.geoportail.fr , et jamais défrichée depuis.	0 : hors forêt ancienne 2 : a été défriché en partie ou forêt ancienne probable 5 : peuplement de forêt ancienne
I	Milieux aquatiques (permanents ou temporaires, à l'intérieur ou en bordure du peuplement) Types (origine naturelle ou artificielle) : 1) Sources et suintements 2) Ruisselets, fossés humides non entretenus et petits canaux (1m) 3) Petits cours d'eau (de 1 à 8 m) 4) Rivière ou fleuve 5) Bras mort 6) Lac ou plan d'eau profond 7) Etangs ou plan d'eau peu profond 8) Mare ou autre petit point d'eau 9) Tourbières 10) Zone marécageuse Pour les milieux humides temporaires, présence de végétation des milieux humides	0 : absents 2 : 1 seul type 5 : ≥2 types
J	Milieux rocheux (à l'intérieur ou en bordure du peuplement)	0 : absents

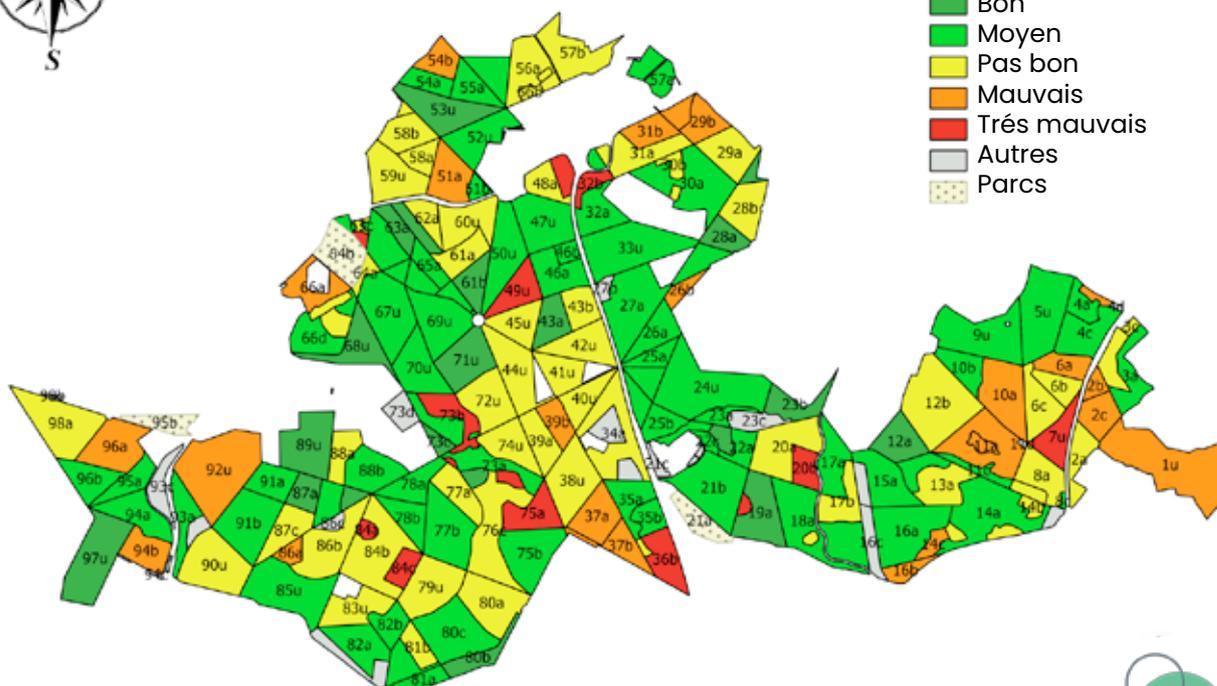
Annexe 3 : Cartes IBP codées par couleurs



IBP GESTION FACTEURS A à G



- Bon
- Moyen
- Pas bon
- Mauvais
- Très mauvais
- Autres
- Parcs

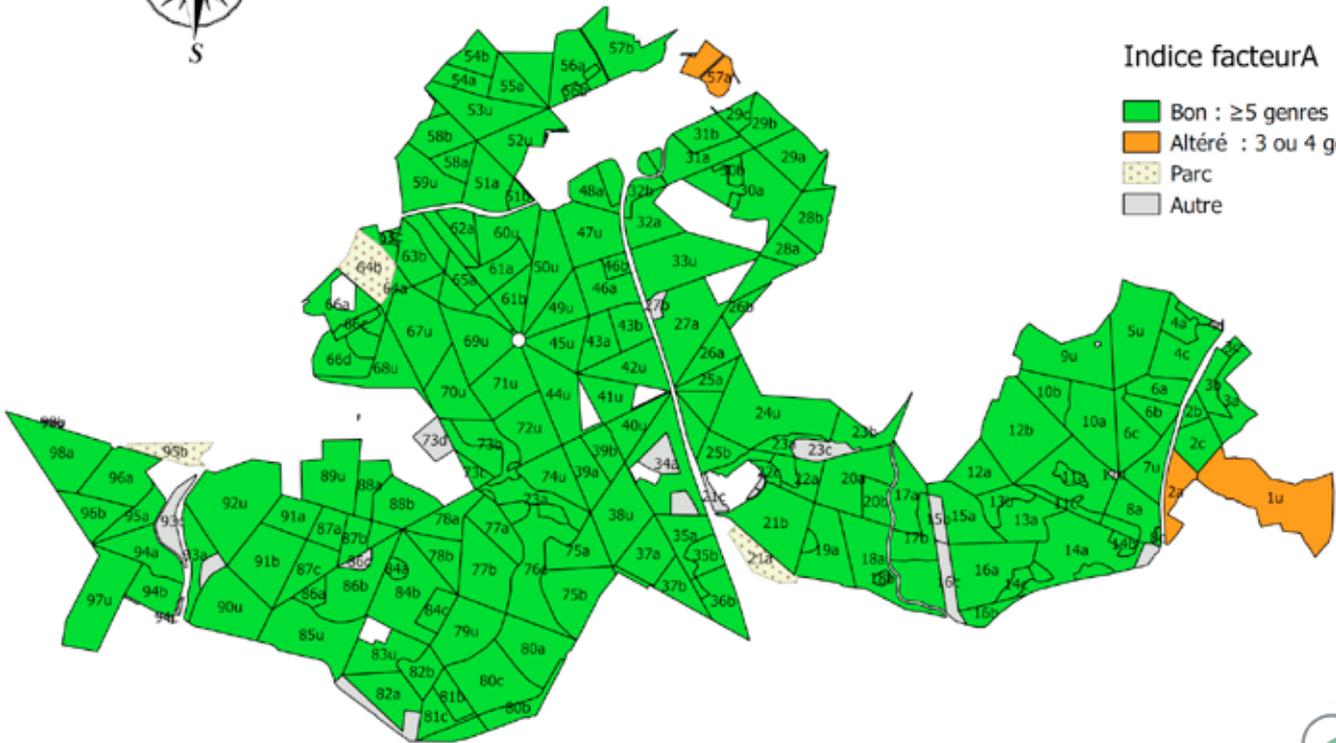


FACTEUR A ESSENCES AUTOCHTONES



Indice facteurA

- Bon : ≥ 5 genres
- Altéré : 3 ou 4 genres
- Parc
- Autre

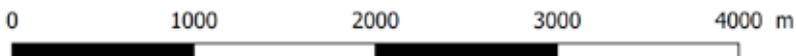
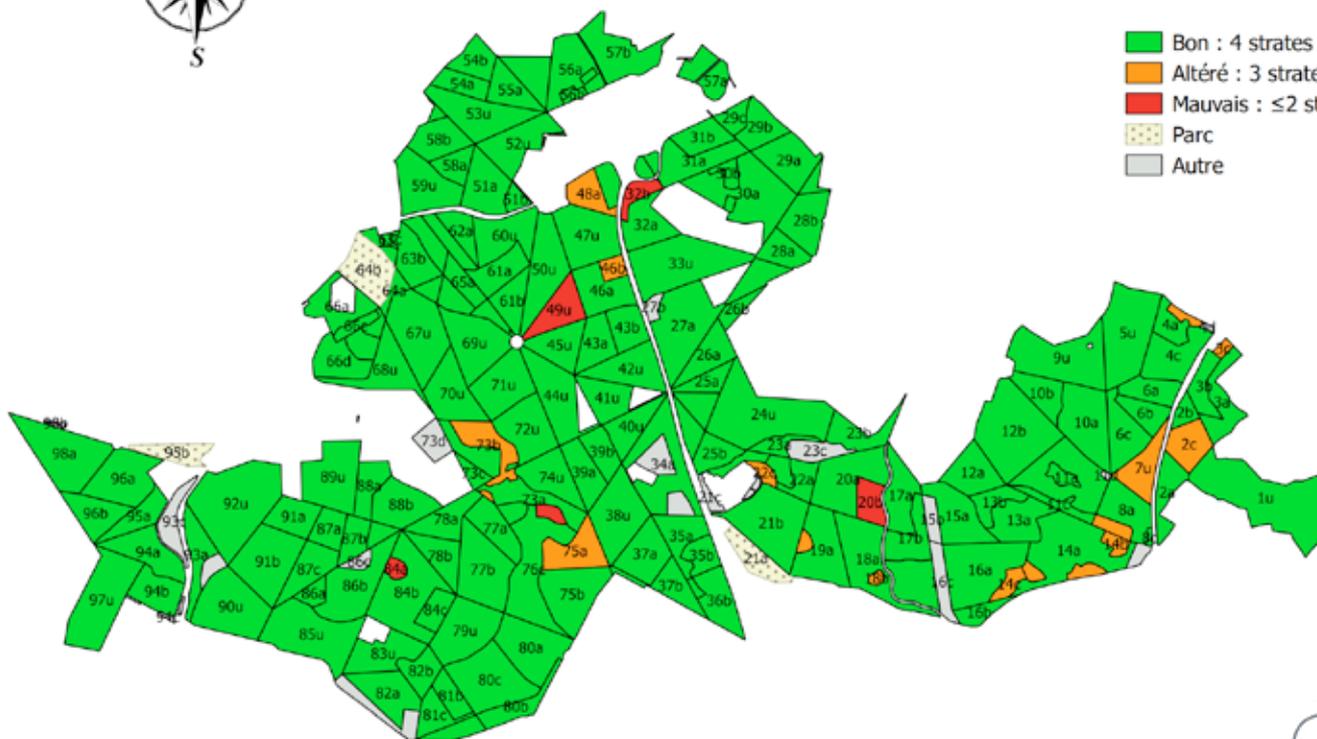


FACTEUR B STRATES VEGETALES

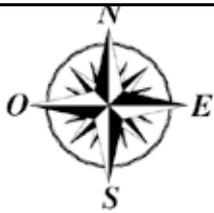


Indice facteur B

- Bon : 4 strates
- Altéré : 3 strates
- Mauvais : ≤ 2 strates
- Parc
- Autre

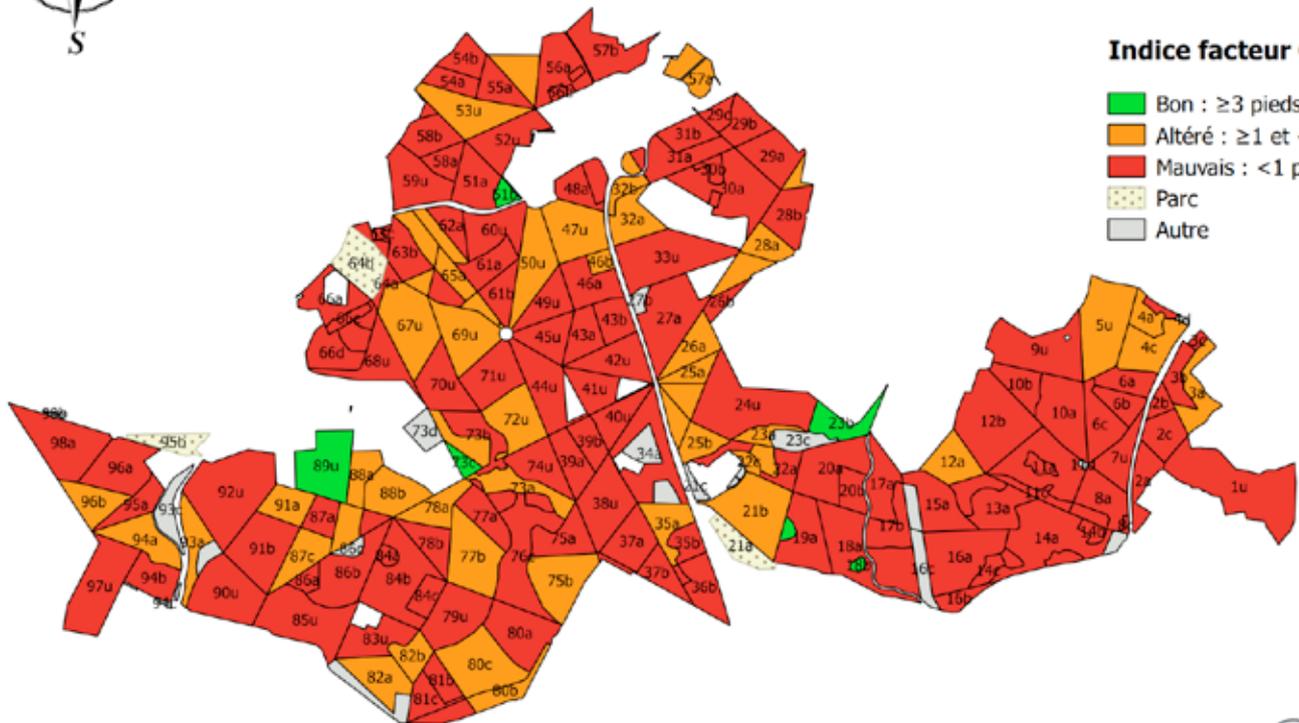


FACTEUR C BOIS MORT SUR PIED DE GROSSE CIRCONFÉRENCE



Indice facteur C

- Bon : ≥ 3 pieds/ha
- Altéré : ≥ 1 et < 3 pieds/ha
- Mauvais : < 1 pied/ha
- Parc
- Autre



0 1000 2000 3000 4000 m

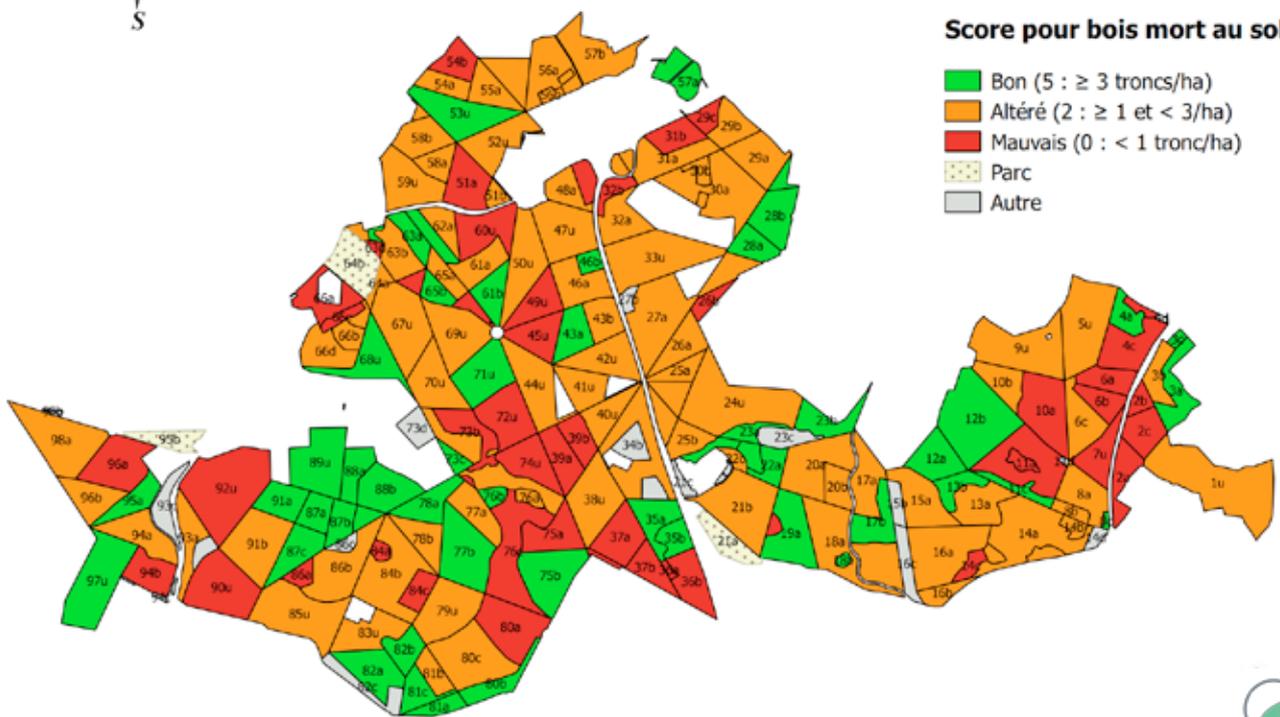


FACTEUR D GROS BOIS MORT AU SOL



Score pour bois mort au sol

- Bon (5 : ≥ 3 troncs/ha)
- Altéré (2 : ≥ 1 et < 3 /ha)
- Mauvais (0 : < 1 tronc/ha)
- Parc
- Autre

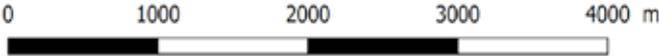
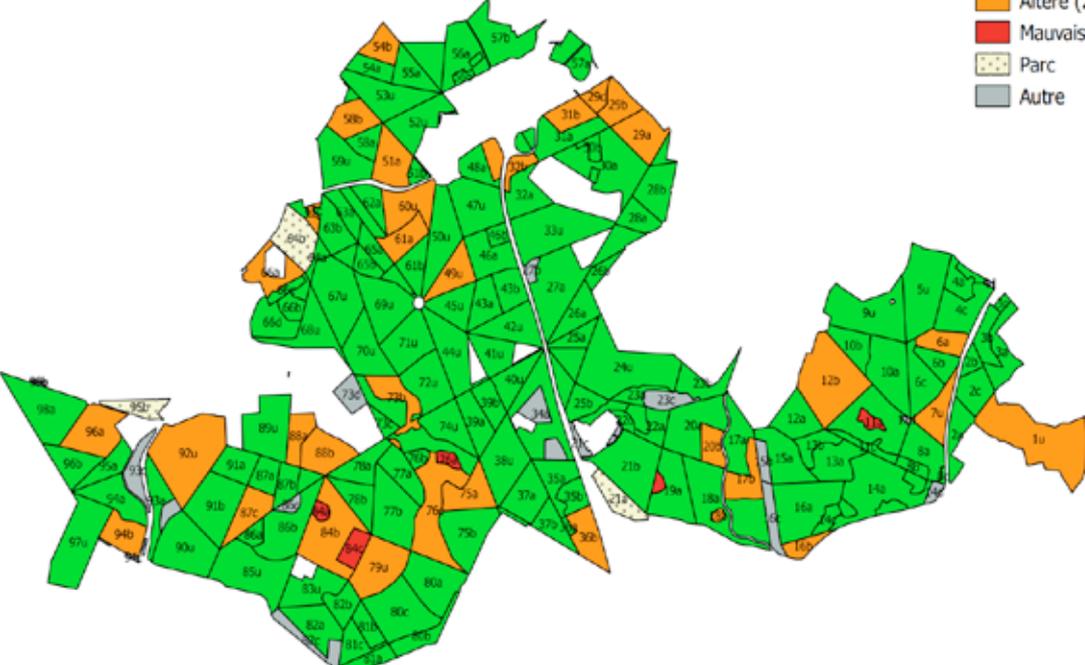


FACTEUR F ARBRES VIVANTS PORTEURS DE MICROHABITATS

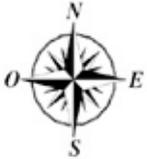


Indice Facteur F

- Bon (5: ≥ 6 /ha)
- Altéré (2: ≥ 1 et < 6 /ha)
- Mauvais (0: < 1 pied/ha)
- Parc
- Autre

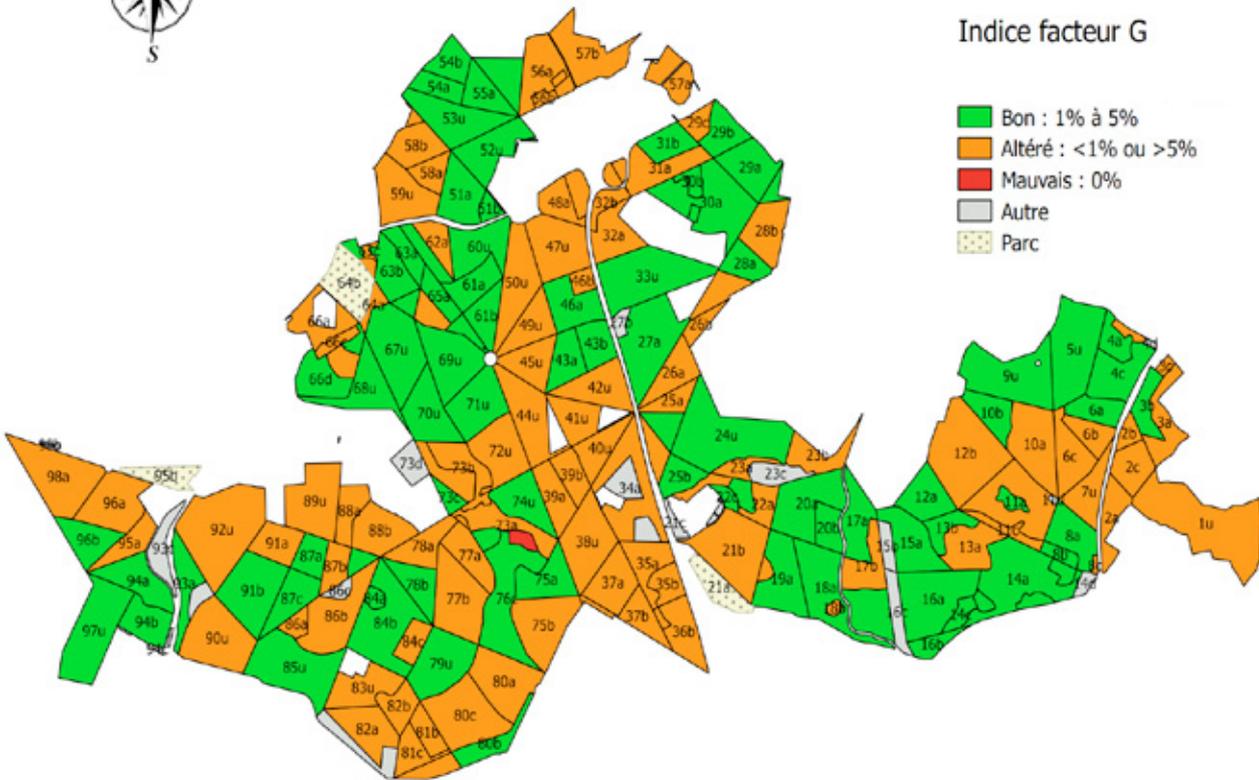


FACTEUR G MILIEUX OUVERTS



Indice facteur G

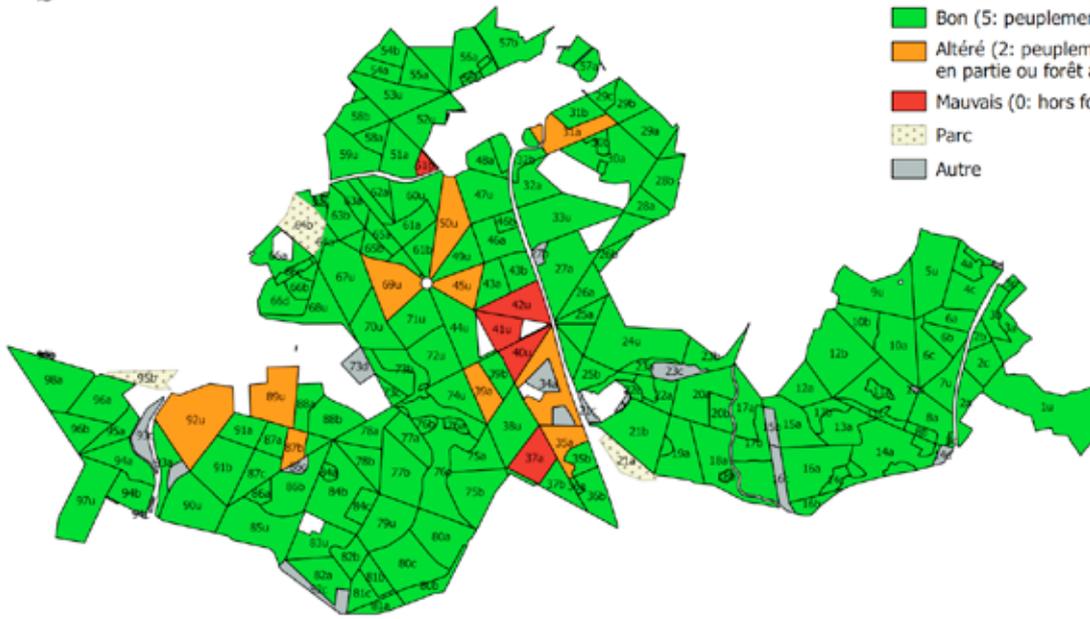
- Bon : 1% à 5%
- Altéré : <1% ou >5%
- Mauvais : 0%
- Autre
- Parc



750 0 750 1500 2250 3000 m



FACTEUR H CONTINUITÉ TEMPORELLE DE L'ÉTAT BOISÉ



Indice Facteur H

- Bon (5: peuplement de forêt ancienne)
- Altéré (2: peuplement ayant été défriché en partie ou forêt ancienne probable)
- Mauvais (0: hors forêt ancienne)
- Parc
- Autre

0 1000 2000 3000 4000 m

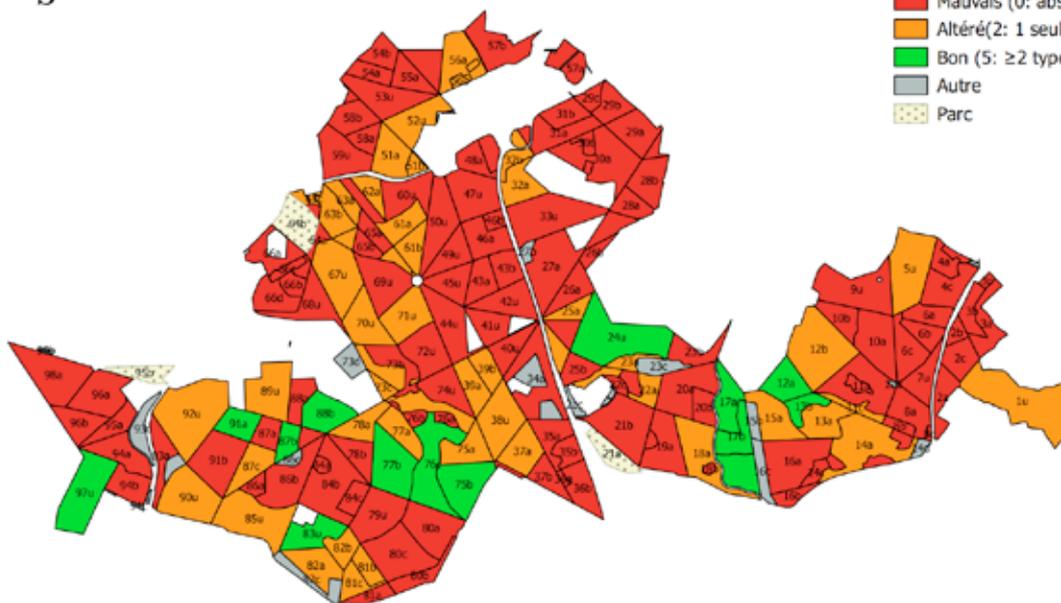


FACTEUR I MILIEUX AQUATIQUES



Indice Facteur I

- Mauvais (0: absents)
- Altéré (2: 1 seul type)
- Bon (5: ≥ 2 types)
- Autre
- Parc



Annexe 4 : Potentiel d'absorption de CO₂ de la forêt française si elle n'était pas exploitée

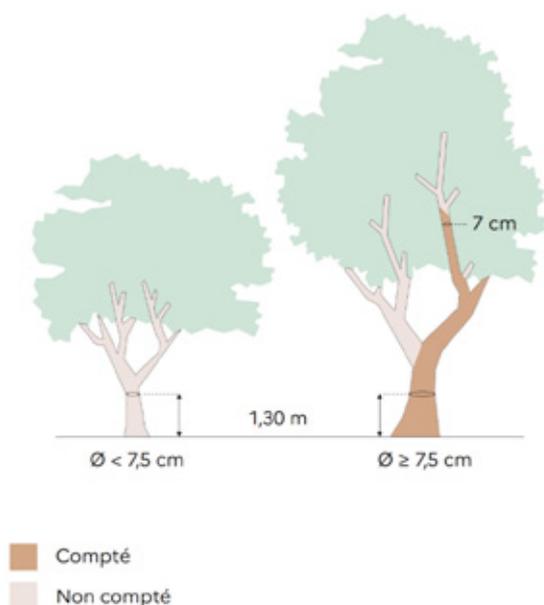


FIGURE A4.1 : ILLUSTRATION DE LA DÉFINITION DU VOLUME DE BOIS FORT TIGE. C'EST LE VOLUME DE BOIS DU TRONC ÉVENTUELLEMENT PROLONGÉ PAR UNE GROSSE BRANCHE, MAIS EN EXCLUANT L'EXTRÉMITÉ DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 7 CM.

Il est intéressant de connaître la quantité annuelle de CO₂ qu'absorberait la forêt française métropolitaine si elle n'était pas exploitée, de façon à pouvoir estimer ensuite le bilan carbone de l'exploitation forestière. En effet, le bilan carbone est défini par la différence entre les émissions de CO₂ dans le cas où on exploite, auquel on retranche la somme des absorptions dans le cas où on n'exploite pas, ce dernier cas étant la référence. Les chiffres positifs indiquent une émission et les chiffres négatifs une absorption. On calcule ici cette référence : l'absorption hypothétique sans exploitation.

1. **Données IGN :** L'IGN¹ publie tous les ans un Inventaire Forestier National (IFN) très détaillé sur l'exploitation du bois. On s'intéresse ici à la page des flux entrants (production biologique naturelle) et sortants (prélèvements et mortalité). Ces volumes sont la moyenne annuelle sur les cinq dernières années exprimée

en millions de m³ (Mm³) de Bois Fort Tige. La figure A4.1 illustre cette définition qui représente principalement les volumes de bois des troncs des arbres plutôt que le volume total de bois. Le volume total comprend les troncs (Bois Fort Tige IFN), les branches et les racines.

Pour connaître l'accroissement biologique naturel net de matière ligneuse sans exploitation, il faut retrancher la mortalité naturelle à l'accroissement naturel brut; ces deux dernières informations figurent à l'IFN. Le tableau A4.1 restitue ces valeurs séparément pour les conifères et les feuillus de la France métropolitaine en 2021. La dernière ligne donne le résultat de l'accroissement net qui nous est utile.

¹ IGN : Institut national d'information géographique et forestière. Données 2022 : <https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/flux2022.pdf>; anciennement Institut Géographique National

TABIEAU A4.1 : DONNEES DES VOLUMES DE « BOIS FORT TIGE » DE L'IFN 2022. LA DERNIERE LIGNE DONNE LA DIFFERENCE DES DEUX PREMIERES POUR OBTENIR LE VOLUME D'ACCROISSEMENT NATUREL NET DE LA MATIERE LIGNEUSE DES FORETS

Type d'arbres →	Conifères	Feuillus
Accroissement brut (Mm ³)	36,3	51,5
Mortalité (Mm ³)	3,6	7,8
Accroissement net (Mm ³)	32,7	43,7

FRANCAISES.

2. Conversion des données IGN en volume ligneux total et en quantité de CO₂

Plusieurs projets ont établi les coefficients qui permettent de retrouver les informations pratiques suivantes à partir des données IFN :

- le volume aérien total (VAT) à partir du volume bois fort tige IFN. Il est aussi appelé « Biomass Expansion Factor branches » (BEF branches). Il permet de retrouver le volume aérien comprenant le tronc, les branches et les brindilles.
- le volume ligneux total (aérien et racines) à partir du VAT. C'est le « biomass expansion factor racines » (BEF racines).
- la densité moyenne en t/m³, pour les résineux et des feuillus. C'est la densité du bois sec. Elle varie suivant les essences d'arbres. Une moyenne a été calculée en prenant en compte la distribution des espèces dans les forêts françaises.
- le taux de carbone (tonne de C par tonne de bois sec)
- la masse de CO₂ par m³ de bois. C'est le CO₂ qui a été pris à l'atmosphère pour constituer le carbone du bois, en t/m³. Le rapport de masse entre une molécule de CO₂ et un atome de carbone est 44/12.

Les deux études considérées ici sont le projet CARBOFOR² et le projet INRA/IGN (Roux³ et al). Les coefficients qui nous intéressent sont consignés dans le tableau A4.2. Ces coefficients resteront relativement stables au fil des ans tant que la répartition des essences récoltées reste stable.

² PROJET CARBOFOR (2004) : Séquestration de Carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisaton, vulnérabilité et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles.

³ Roux A. (coord), Colin A. (coord), Dhôte J.-F. (coord), Schmitt B. (coord), Bailly A., Bastien J.-C., Bastick C., Berthelot A., Bréda N., Cauria S., Camus J.-M., Gardiner B., Jactel H., Leban J.-M., Lobianco A., Loustau D., Marçais B., Meredieu C., Pâques L., Rigolot E., Saint-André L., Guéhl J.-M., 2020. Filière forêt-bois et atténuation du changement climatique : entre séquestration du carbone en forêt et développement de la bioéconomie. Versailles, éditions Quae, 170 p.

Tableau A4.2 : COEFFICIENTS UTILES POUR CALCULER LES VOLUMES AERIENS TOTAUX. LES VOLUMES DE BOIS GLOBAUX (AERIEN ET RACINAIRE), AINSI QUE LES MASSES DE CARBONE ET DE CO₂ CORRESPONDANTES.

étude ==>	CARBOFOR 2004		INRA/IGN 2020 (Roux et al.)	
	Conifères	Feuillus	Conifères	Feuillus
Type d'arbres ==>				
Volume aérien total / volume IFN	1,335	1,611	1,3	1,56
Volume ligneux total (aérien + racines) / volume aérien total	1,3	1,28	1,3	1,28
Facteur d'expansion global (volume ligneux total / volume IFN)	1,735	2,063	1,690	1,997
infradensité du bois (t/m ³)	0,438	0,546	0,40	0,55
Taux de carbone	0,475	0,475	non renseigné	non renseigné
Masse globale C / volume IFN (t C/m ³ IFN)	0,361	0,535	0,32	0,52
masse globale CO ₂ / volume IFN (t CO ₂ /m ³)	1,324	1,96	1,18	1,91

Les principaux coefficients sont en caractères gras dans le tableau A4.2. Ils permettent d'obtenir l'accroissement du volume ligneux total de la forêt française et la masse de CO₂ absorbée correspondante, ce qui fait l'objet du tableau A4.3 ci-dessous.

TABLEAU A4.3 : DONNÉES INTERMÉDIAIRES ET RESULTATS FINAUX D'ÉVALUATION DU VOLUME D'ACCROISSEMENT NET DE LA FORÊT FRANÇAISE ET SON POTENTIEL D'ABSORPTION DU CO₂ DE L'ATMOSPHÈRE

Étude ==>	France Stratégie juillet 2023	Étude CARBOFOR		Étude INRA/IGN (Roux et al)	
		Résineux	Feuillus	Résineux	Feuillus
Type d'arbres ==>	non renseigné				
Accroissement net IFN = Accroissement naturel - Mortalité (Mm ³)	non renseigné	32,7	43,7	32,7	43,7
Facteur d'expansion global (aérien & racines)	non renseigné	1,735	2,063	1,690	1,997
Accroissement ligneux total (Mm ³)	non renseigné	56,7	90,2	55,3	87,3
Accroissement total conifères & feuillus (Mm ³)	147	147		143	
Masse globale CO ₂ / volume IFN (t/m ³)	non renseigné	1,324	1,96	1,18	1,91
Potentiel d'absorption de CO ₂ (Mt CO ₂)	non renseigné	43,3	85,7	38,6	83,5
Potentiel total CO ₂ conifères & feuillus (Mt CO ₂)	129	129		122	

Les chiffres publiés récemment par France Stratégie³⁸ sont basés sur les coefficients CARBOFOR. Ils donnent l'accroissement ligneux naturel brut et la mortalité de la forêt française en 2021. Rappelons que la différence entre ces deux accroissements représente l'accroissement ligneux naturel net qui nous intéresse. L'ensemble feuillus et ligneux, 147 Mm³, figure dans la première colonne du tableau A4.3. Ce volume de bois ainsi que la quantité de CO₂ correspondante sont identiques aux nôtres calculés avec les coefficients CARBOFOR. Ceci donne confiance dans notre méthode de calcul. Les résultats utilisant les coefficients du projet INRA/IGN sont également très proches. On peut donc dire que :

La forêt française a un potentiel de séquestration de 129 Mt de CO₂/an

Un autre coefficient facilite les conversions des volumes de bois IFN de toutes les forêts métropolitaines en tonnes de CO₂. C'est le rapport entre 129Mt, masse de CO₂ qu'a absorbé le volume ligneux total, et le volume « Bois Fort Tige » IFN total (conifère et feuillus) qui s'élève à 76,4 Mm³.

Le coefficient cherché est : $129 / 76,4 = 1,7.t \text{ CO}_2 / m^3 \text{ IFN}$

1 m3 de Bois fort tige IFN correspond à une absorption de 1,7 t de CO₂.

Tables des figures

<i>FIGURE 1</i>	CHENE DES MISSIONS DANS LA FORET DE MEUDON.	1
<i>FIGURE 2</i>	FORET DE MEUDON, ELLE EST ENTOURÉE DE TOUTES PARTS PAR L'AGGLOMERATION DU SUD-OUEST PARISIEN ET COUPEE PAR DE NOMBREUSES ROUTES.	9
<i>FIGURE 1.1</i>	BIENFAITS DE LA FORET VUS PAR LE PUBLIC	13
<i>FIGURE 1.2</i>	FASCICULE DE BASE POUR S'INITIER À L'IBP	14
<i>FIGURE 1.3</i>	LES 3 PILIERS DU DEVELOPPEMENT DURABLE	15
<i>FIGURE 2.1</i>	MIS À PART CELUI DES VIRUS, LE RÈGNE ANIMAL EST CELUI DONT LA BIOMASSE EST LA PLUS FAIBLE. PARMIS LES ANIMAUX, LE SCHÉMA DE DROITE MONTRE LA PRÉPONDÉRANCE DES ARTHROPODES, DONT FONT PARTIE LES INSECTES ET LES ARAIGNÉES	17
<i>FIGURE 2.2</i>	LES FILAMENTS DES CHAMPIGNONS MYCORRHIZIENS (BLANCS) ET LES RACINES (BRUNES) FORMENT UN RÉSEAU À LA FOIS MICROSCOPIQUE ET TRES ETENDU	18
<i>FIGURE 2.3</i>	EXEMPLE DE GRIGNOTAGE DE LA FORET PAR L'URBANISME : ROUTE DEPARTEMENTALE ET LIGNE DE TRAMWAY DANS LA FORET DE MEUDON	19
<i>FIGURE 3.1</i>	SORTIE DE DÉCOUVERTE EN FORET ORGANISÉE TOUS LES MOIS PAR L'ASSOCIATION CHAVILLE ENVIRONNEMENT	21
<i>FIGURE 3.2</i>	CHENES, PETITS ERABLES, CHARME ET BOULEAU SUR UNE MEME PHOTO TEMOIGNENT DE LA DIVERSITE DES ESSENCES MEME SUR DE PETITES SURFACES DANS LA FORET DE MEUDON.	23
<i>FIGURE 3.3</i>	LES QUATRE STRATES SONT PRÉSENTES ICI (FACTEUR B). ON PEUT AUSSI NOTER UNE VEGETATION DE MILIEU OUVERT SUR LES BORDS DU CHEMIN (FACTEUR G).	25
<i>FIGURE 3.4</i>	BOIS MORT SUR PIED ET BOIS MORT AU SOL	26
<i>FIGURE 3.5</i>	TRÈS GROS ARBRE VIVANT (HETRE) AVEC PABLO AIDIGUIER, STAGIAIRE BTS-GPN EN 2019	28
<i>FIGURE 3.6</i>	TRÈS GROS ARBRE VIVANT (HETRE) AVEC PABLO AIDIGUIER, STAGIAIRE BTS-GPN EN 2019	29
<i>FIGURE 3.7</i>	ILLUSTRATIONS DES SIX PREMIERS TYPES DE DENDRO-MICROHABITATS DU FACTEUR F DE L'IBP	30
<i>FIGURE 3.8</i>	LES 6 DERNIERS TYPES DE DENDRO- MICROHABITATS DU FACTEUR F DE L'IBP	31
<i>FIGURE 3.9</i>	TROUÉE SUITE À LA CHUTE D'UN GROS ARBRE. LES PETITS ARBRES AU SOLEIL REPEUPLENT DÉJÀ L'ESPACE LAISSÉ PAR L'ANCIEN	32
<i>FIGURE 3.10</i>	COUPE SANITAIRE EN FORET DE MEUDON AVANT PLANTATION. CE TYPE DE COUPE EST DE PLUS EN PLUS REMIS EN CAUSE AUSSI BIEN PAR LE PUBLIC QUE PAR LES ASSOCIATIONS ET LES EXPERTS FORESTIERS	33
<i>FIGURE 3.11</i>	LARGE SILLON PROFOND APRÈS LE PASSAGE D'UN ENGIN FORESTIER. LE SOL PERD SA POROSITÉ À L'AIR ET À L'EAU POUR DES DECENNIES	33
<i>FIGURE 3.12</i>	CARTE D'ETAT MAJOR 1820-1866 DE LA FORET DE MEUDON. UNE GRANDE PARTIE BOISEE AUJOURD'HUI L'ETAIT DEJA A L'EPOQUE. CES CARTES SONT LIBRES D'ACCES SUR LE SITE geoportail.gouv .	34
<i>FIGURE 3.13</i>	ETANG RELATIVEMENT RECENT (PEUT-ETRE UNE CINQUANTAINE D'ANNEES) DE LA FORET DE MEUDON. IL FAIT PENSER AUX BAYOUS DU SUD EST DES ETATS-UNIS. IL NE FIGURE PAS SUR LES CARTES DE L'ONF OU DE L'IGN.	35
<i>FIGURE 4.1</i>	PLAN DE SITUATION DE LA FORET DE MEUDON. Carte IGN au 1/25000 N° 2314 OT	36
<i>Figure 4.2</i>	LES CRAPELETS BUFO BUFO VONT INSTINCTIVEMENT VERS LEUR HABITAT EN FORET QUAND ILS SORTENT DE L'ETANG D'URSINE OÙ ILS SONT NÉS	37
<i>FIGURE 4.3</i>	CARTE ONF 2018 AVEC LES DIFFÉRENTS GROUPES D'AMÉNAGEMENT (Amélioration, Régénération, gestion par futaie irrégulière, évolution naturelle, hors sylviculture) SONT CODÉS PAR COULEURS. LES NUMÉROS DE PARCELLES ET D'UNITÉS DE GESTION, PEU LISIBLES ICI, PEUVENT SE RETROUVER FACILEMENT SUR LA FIGURE 6.2	38
<i>FIGURE 5.1</i>	SOUICHE DE PLUS DE 40 CM DE HAUT ET 1M DE LARGE QUE L'ON ASSIMILE A DU GROS BOIS MORT AU SOL	41
<i>TABLEAU 6.1</i>	EXTRAIT DE LA BASE DE DONNÉES EXCEL DES RELEVÉS SUR LE TERRAIN. LA SOMME DES SCORES DES 10 FACTEURS DE L'IBP SONT NOTÉS DANS LES COLONNES EN JAUNE EN NOMBRE DE POINTS SUR 50 ET EN % DE CE MAXIMUM. LES COLONNES VERTES DONNENT LE NOMBRE DE POINTS SUR 35 ET EN % DE CE MAXIMUM POUR L'IBP GESTION, CALCULÉ SUR LES SEPT PREMIERS FACTEURS	43

FIGURE 6.1	RÉPARTITION DES SCORES POUR LES DIX FACTEURS DE L'IBP. ON REMARQUE LES IMPORTANTS MANQUES DE BOIS MORTS (BMP ET BMS) ET UN CERTAIN EXCES DE MILIEUX OUVERTS.	45
FIGURE 6.2	IBP GLOBAL (LES 10 FACTEURS) DE LA FORET DE MEUDON PAR « UNITE DE GESTION » (UG). Carte établie par Malaïka Urie et Camille Sylvestre de Sacy.	46
FIGURE 6.3	FORÊT DE MEUDON : DIAGRAMMES DE TYPE RADAR REPRÉSENTANT LES MOYENNES PONDÉRÉES PAR LES SURFACES POUR CHAQUE FACTEUR DE L'IBP. EN HAUT, LES SEPT FACTEURS LIÉS À LA GESTION ; EN BAS, LES TROIS FACTEURS LIÉS AU CONTEXTE.	48
FIGURE 6.4	CET ELAGAGE DE SÉCURITÉ REMPLI SA FONCTION EN LAISSANT TOUT LE BOIS MORT SUR PLACE, CE QUI CONVIENT À LA BIODIVERSITÉ ET À LA SEQUESTRATION DU CARBONE.	52
FIGURE 7.1	CONCEPTION DE LA RELATION HOMME/NATURE SELON L'ASSOCIATION WILD LEGAL	53
FIGURE 7.2	LES INTERACTIONS ENTRE HUMAINS, ANIMAUX ET VÉGÉTAUX SELON L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ ANIMALE	54
FIGURE 7.3	ASPECT D'UNE FORÊT PRIVÉE DE DOURDAN EN LIBRE ÉVOLUTION DEPUIS 1975. ELLE EST DONC RELATIVEMENT JEUNE. Photo J-C Denard déc.2022	55
FIGURE 7.4	PRODUCTION ET FLUX DE BOIS EN FRANCE (publié par France Stratégie)	57
FIGURE 7.5	BOIS-ÉNERGIE (OU PEUT-ÊTRE BOIS-INDUSTRIE) EN COURS DE SECHAGE EN FORET. LE TAUX D'HUMIDITE PEUT PASSER DE 40 A 20% ENVIRON EN 18 MOIS POUR ÊTRE PROPRE A LA VENTE EN BOIS DE CHAUFFAGE.	58
FIGURE 7.6	QUANTITE EN kg DE CO ₂ EMISE PAR DIFFERENTS COMBUSTIBLES POUR UNE MEME ENERGIE PRODUITE DE 1 GIGA JOULE. LE BOIS MEME TRES SEC (7% D'HUMIDITE DANS CE CAS) EMET D'AVANTAGE DE CO ₂ QUE LE CHARBON (ANTHRACITE ET LIGNITE), ET BEAUCOUP PLUS QUE LE GAZ NATUREL. D'après Citepa ⁴⁸ , rapport Secten édition 2020, p 432.	59
TABLEAU 7.1	CLASSIFICATION DES ENERGIES SELON QU'ELLES SONT RENOUVELABLES OU PAS ET CARBONEES OU PAS.	60
TABLEAU 7.2	MASSE DE CO ₂ EMIS PAR UNITE DE VOLUME DE BOIS	65
FIGURE 7.7	LES GRUMES DU BOIS D'ŒUVRE DE LA RECOLTE EN FORET DE MEUDON ; photo J-C. Denard, janv. 2023.	62
FIGURE 8.1	RECORDS DE TEMPÉRATURES PASSÉS ET PROBABLES DANS UN AVENIR RELATIVEMENT PROCHE, À PARTIR DE 2050. François DULAC LSCE	79
FIGURE 9.1	JEAN-CLAUDE DENARD ; FORET DE MEUDON EN HIVER. ACRYLIQUE SUR TOILE. 61 x 38 cm	83
ANNEXE 1	FICHE DES RELEVÉS POUR L'ÎLE-DE-FRANCE	84
ANNEXE 2	FICHE DE DÉFINITION ILE DE FRANCE, BASÉE SUR LA FICHE DE DÉFINITION ORIGINALE	85
ANNEXE 3	CARTES IBP CODÉES PAR COULEURS	86
ANNEXE 4	POTENTIEL D'ABSORPTION DE CO ₂ DE LA FORET FRANÇAISE SI ELLE N'ETAIT PAS EXPLOITÉE	98



Chaville Environnement

17, RUE DE LA BRISE

92370 CHAVILLE

CHAVILLE.ENVIRONNEMENT@GMAIL.COM

WWW.CHAVILLEENVIRONNEMENT.FR

