

MÉMOIRE

Présenté par RODICQ Alice

Dans le cadre de la **dominante d'approfondissement** :

IE2V (Ingénierie des espaces végétalisés en ville) – Foresterie urbaine

*Les forêts à forte naturalité en milieu périurbain :
localisation et enjeux en Île-de-France*

Pour l'obtention du :
DIPLÔME D'INGÉNIEUR D'AGROPARISTECH



Stage effectué du 01/03/2015 au 30/08/2015

À Natureparif
Cité Régionale de l'Environnement
90-92 Avenue du Général Leclerc
93 500 PANTIN

Enseignants responsables de stage
Maître de stage :

Marie-Reine FLEISCH, Max BRUCIAMACCHIE
Maxime KAYADJANIAN

Soutenu le 24/09/2015

Crédits photos : Alice Rodicq

A gauche : Limite de la Réserve Biologique Intégrale du Gros Foutreau, dans la forêt de Fontainebleau, Seine-et-Marne. « Réserve Biologique Intégrale. Ne pénétrez pas dans la Réserve Biologique Intégrale, espace naturel protégé sans intervention humaine. Danger. »

A droite : Cœur de la Réserve Biologique Intégrale du Gros Foutreau, où un chemin s'est tracé par la présence humaine malgré l'interdiction

AgroParisTech
Institut national des sciences et industries du
vivant et de l'environnement

Natureparif
Agence régionale pour la nature et la
biodiversité en Ile-de-France

MÉMOIRE

Présenté par RODICQ Alice

Dans le cadre de la **dominante d'approfondissement** :

IE2V (Ingénierie des espaces végétalisés en ville) – Foresterie urbaine

*Les forêts à forte naturalité en milieu périurbain :
localisation et enjeux en Île-de-France*

Pour l'obtention du :
DIPLÔME D'INGÉNIEUR D'AGROPARISTECH

Stage effectué du 01/03/2015 au 30/08/2015

À Natureparif
Cité Régionale de l'Environnement
90-92 Avenue du Général Leclerc
93 500 PANTIN

Enseignants responsables de stage Marie-Reine FLESCHE, Max BRUCIAMACCHIE
Maître de stage : Maxime KAYADJANIAN

Soutenu le 24/09/2015

Engagement de non plagiat

① Principes

- Le plagiat se définit comme l'action d'un individu qui présente comme sien ce qu'il a pris à autrui.
- Le plagiat de tout ou parties de documents existants constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée
- Le plagiat concerne entre autres : des phrases, une partie d'un document, des données, des tableaux, des graphiques, des images et illustrations.
- Le plagiat se situe plus particulièrement à deux niveaux : Ne pas citer la provenance du texte que l'on utilise, ce qui revient à le faire passer pour sien de manière passive. Recopier quasi intégralement un texte ou une partie de texte, sans véritable contribution personnelle, même si la source est citée.

② Consignes

- Il est rappelé que la rédaction fait partie du travail de création d'un rapport ou d'un mémoire, en conséquence lorsque l'auteur s'appuie sur un document existant, il ne doit pas recopier les parties l'intéressant mais il doit les synthétiser, les rédiger à sa façon dans son propre texte.
- Vous devez systématiquement et correctement citer les sources des textes, parties de textes, images et autres informations reprises sur d'autres documents, trouvés sur quelque support que ce soit, papier ou numérique en particulier sur internet.
- Vous êtes autorisés à reprendre d'un autre document de très courts passages in extenso, mais à la stricte condition de les faire figurer entièrement entre guillemets et bien sûr d'en citer la source.

③ **Sanction** : En cas de manquement à ces consignes, le département SIAFEE se réserve le droit d'exiger la réécriture du document, dans ce cas la validation de l'Unité d'Enseignement ou du diplôme de fin d'études sera suspendue.

④ Engagement :

Je soussigné (e) Alice RODICQ

Reconnait avoir lu et m'engage à respecter les consignes de non plagiat

A Paris le 07/09/2015



Remerciements

Cette étude a été pour moi l'occasion de terminer ma scolarité par un projet qui me tenait à cœur, les forêts en milieu périurbain. A ce titre je remercie Maxime Kayadjanian pour avoir proposé et fait émerger le projet, et m'avoir guidée pendant ces 6 mois pour que je fasse mes armes comme future chargée d'études en écologie.

Je remercie également l'ensemble des interlocuteurs régionaux que j'ai pu solliciter pendant ce stage et qui ont répondu présent, pour m'aider à orienter l'étude, analyser les résultats et construire ma réflexion. Une mention spéciale pour Max Bruciamacchie, qui m'a fait bénéficier de ces précieuses connaissances et références.

Un grand bravo et merci à Florence et surtout Yohen pour leur maniement de la machette, leur utilisation des dendromètres et leur précieuse aide sur le terrain. Pour les analyses, merci au « bureau des naturalistes » : Audrey, Lucile, Grégoire et Max Z, que je suis venue déranger plus souvent qu'à son tour. Parlant d'analyse, grand merci à Mus, pour le coup de main sur ArcGIS, la manipulation Excel, les logiciels obscurs de télédétection et pour le tiroir à friandises dans les moments où on ne trouvait vraiment pas la solution.

Je tiens à remercier l'équipe Natureparif, pour son accueil, leurs coups de main dans un peu tous les domaines (juridique, administratif, réflexion, communication), les déjeuners au bord du canal et les débriefings au Quotidien.

Un dernier grand merci à Marie-Reine Fleisch, qui m'a donné envie de me lancer dans l'écologie urbaine il y a 2 ans, m'a suivie et m'a soutenue tout ce temps.

Et pour finir, merci à tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce stage, relecteurs, contacts professionnels, amis, famille, qui se reconnaîtront.

Table des matières

Table des matières	2
Introduction	8
1 La biodiversité en forêts périurbaines	9
1.1 La forêt en Île-de-France	9
1.1.1 Des boisements couvrant près du quart du territoire	9
1.1.2 Une prédominance de forêt privée et un morcellement significatif.....	9
1.1.3 Une forte influence urbaine	10
1.1.4 Des protections du patrimoine en millefeuilles	12
1.1.5 Plusieurs forêts, plusieurs biodiversités.....	13
1.2 Quelle connaissance de la biodiversité en IDF.....	14
1.2.1 Vers une augmentation de la connaissance naturaliste.....	14
1.2.2 Les enjeux du Schéma Régional de Cohérence Ecologique.....	14
1.2.3 Genèse de l'étude	15
1.3 Approcher la biodiversité forestière par la naturalité	15
1.3.1 Formes de la biodiversité en forêt	15
1.3.2 Le concept de naturalité.....	16
1.4 Orientations prises pour l'étude.....	17
1.4.1 Objectifs	17
1.4.2 Une approche globale	17
1.4.3 Indicateurs principaux retenus.....	18
1.4.4 Définitions retenues pour l'étude : glossaire	19
2 Méthode d'identification des forêts à fort caractère naturel.....	20
2.1 Méthodes retenues pour une approche globale.....	20
2.1.1 Le recueil de données à dire d'expert.....	20
2.1.2 La télédétection par satellite.....	20
2.1.3 La photo-interprétation.....	22
2.1.4 Utilisation de données naturalistes	24
2.1.5 La naturalité potentielle.....	27
2.2 Approche de la naturalité sur le terrain	29
2.2.1 Echantillonnage	30
2.2.2 Protocole.....	30
2.2.3 Critères relevés	31
3 Analyse des résultats	33
3.1.1 Adéquation de la photo-interprétation et du terrain.....	33

3.1.2	Analyse des données de terrain	33
3.1.3	Dire d'experts et photo interprétation.....	35
3.1.4	L'Indice de Saproxylation, un indicateur efficace pour repérer les ZTGB	35
3.1.5	Naturalité potentielle	36
3.1.6	Une identification des zones de très gros bois possible, doute pour les îlots de naturalité 36	
3.1.7	La fréquentation des forêts naturelles.....	36
4	Enjeux périurbains dans les forêts à fort caractère naturel	37
4.1	Le foncier	38
4.1.1	Menaces sur la forêt et les îlots de naturalité.....	38
4.1.2	Sécuriser le foncier forestier et pérenniser les îlots de naturalité	39
4.2	Le développement d'une filière spécifique en circuit court	41
4.2.1	Etat de la filière bois en Île-de-France.....	41
4.2.2	La filière bois énergie, une menace pour la naturalité.....	41
4.2.3	Le développement d'une filière gros bois, en cohérence avec la naturalité	41
4.2.4	Une opportunité de circuit court.....	42
4.3	L'accueil du public et la biodiversité	43
4.3.1	Tour d'horizon des pratiques.....	43
4.3.2	Rencontrer les attentes des urbains par les îlots de naturalité	49
4.3.3	Encourager et encadrer l'accueil, une activité rémunératrice.....	51
4.3.4	Composer avec le cadre juridique de la responsabilité.....	52
5	Discussion	56
5.1	Etude.....	56
5.1.1	Délimitation l'étude.....	56
5.1.2	Volonté d'inclure les forêts privées.....	56
5.1.3	Concertation des acteurs	56
5.1.4	Le contexte francilien, le choix de la fréquentation	57
5.2	A propos de la méthode employée	57
5.2.1	La cartographie par télédétection	57
5.2.2	Biais de l'identification par photo-interprétation	57
5.2.3	Protocole de terrain.....	57
5.2.4	Répartition des données naturalistes	58
5.2.5	La réalité de la naturalité ?	58
5.3	Suite à donner.....	58
5.3.1	Tâches.....	58

5.3.2 Phasage pour la suite de l'étude	59
Conclusion.....	61
Bibliographie.....	62
Liste des contacts.....	68
Table des annexes.....	69

Table des figures

Figure 1 : Le morcellement de la forêt privée francilienne, nombre de propriétaires et surface cumulée par classe de surface de forêt.....	9
Figure 2 : Photo aérienne et parcellaire forestier très morcelé en lames de parquet, à Freneuse (Yvelines).....	10
Figure 3 : Carte de la fréquentation des forêts publiques franciliennes. Source : Office National des Forêts 2012.....	11
Figure 4 : Superposition des statuts de protection en Ile-de-France.....	13
Figure 5 : Torcol fourmilier, espèce typique forestière en régression. Source : Shutterstock.....	14
Figure 6 : Photo aérienne en IRC présentant des stades forestiers de différents âges. On délimite clairement les houppiers visuellement.....	23
Figure 7 : Localisation des îlots de gros bois repérés par photo-interprétation dans le Val d'Oise et les Yvelines (pour partie).....	24
Figure 8: Localisation des relevés et classement selon la valeur d'Indice de Saproxylation.....	26
Figure 9 : Indice de naturalité potentielle à l'échelle européenne. Source : European Environment Agency	27
Figure 10 : Carte de la naturalité potentielle des forêts franciliennes	29
Figure 11 : Schéma du protocole de l'étude : PCQM et intersection linéaire.....	31
Figure 12 : Carte de l'ACP	33
Figure 13 : Volumes de bois mesurés sur le terrain selon les structures de terrain observées	34
Figure 14 : tableau des effectifs en zones de gros bois ou non selon les classes d'indices des inventaires de coléoptères saproxyliques	35
Figure 15 : Comparaison du niveau de naturalité potentielle des îlots identifiés et de la surface forestière régionale	36
Figure 16 : Panneau indiquant l'entre d'une réserve biologique dirigée à Fontainebleau. Recommandations sur la tenue des chiens en laisse et la cueillette. © M. Rosier	43
Figure 17 : Panneau indiquant l'entrée d'une réserve biologique intégrale à Fontainebleau. "Ne pénétrez pas dans la Réserve Biologique Intégrale, espace naturel sans intervention humaine. Danger." © M. Rosier.....	43
Figure 18 : Schéma standard d'un équipement d'accueil en forêt. Zone 1 : Zone d'accueil. Zone 2 : Zone intermédiaire. Zone 3 : Coeur de la forêt. © T. Moigneu 2012	44
Figure 19 : Bois entassé en bord de route dans une forêt très fréquentée pour la promenade et l'équitation dans le Val d'Oise	50
Figure 20 : Arbres coupés en bord de chemin pour sécuriser l'accueil du public à Rambouillet.....	54

Table des tableaux

Tableau 1 : Protection de la forêt en Île-de-France	12
Tableau 2 : Principaux critères et indicateurs descriptifs de la naturalité selon Rossi et Vallauri (2013)	16
Tableau 3 : Critères de naturalité potentielle et niveaux attribués Cian (2013)	28
Tableau 4: Plan d'échantillonnage	30
Tableau 5: Variables explicatives des volumes de bois mesurés sur le terrain	34
Tableau 6 : Tableau des contingents des îlots selon le sentiment de naturalité et la fréquentation.....	37
Tableau 7: Récapitulatif des caractéristiques des forêts étudiées pour le benchmark en comparaison avec la forêt de Fontainebleau	49
Tableau 8 : Planning prévisionnel de la suite de l'étude pour Natureparif	59

Liste alphabétique des sigles courants

AEV : Agence des Espaces verts

ANVL : Associations Naturalistes de la Vallée du Loing et de la Forêt de Fontainebleau

CBNBP : Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien

CORIF : Centre Ornithologique de la Région Île-de-France

CRPF : Centre Régional de la Propriété Forestière

ENS : Espace Naturel Sensible

GTGB : Gros à Très Gros Bois

IBP : Indice de Biodiversité Potentielle

IDF : Île-de-France

IGN : Inventaire national de l'information géographique et forestière

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

IRC : InfraRouge Couleur

IRSTEA : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture

IVB : Îlot de Vieux Bois

LIDAR : Light detection and Ranging

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

MNHN : Muséum national d'Histoire naturelle

ONB : Observatoire National de la Biodiversité

ONF : Office National des Forêts

OPIE : Office pour les Insectes et leur Environnement

PCQM : Point-Centered Quarter Method

PRIF : Périmètre Régional d'Intervention Foncière

PSE : Paiement pour Services Ecosystémiques

RB : Réserve Biologique

SAFER : Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural

SIG : Système d'Information Géographique

SINP : Système d'Information sur la Nature et les Paysages

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique

STOC : Suivi Temporel des Oiseaux Communs

ZTGB : Zone de Très Gros Bois

Introduction

L'étude des milieux forestiers est une discipline ancienne, étudiant tant la biodiversité que le fonctionnement des écosystèmes, dans une optique de gestion de forêts (Morand & Barbault, 2003). A l'inverse, l'écologie urbaine, née au XX^{ème} siècle avec la prise en compte de la ville comme un système social et écologique, est une discipline récente et en forte progression dans différentes disciplines : géographie, urbanisme, environnement... La notion de nature au sein de ces deux disciplines est bien différente : les forêts sont des lieux de production de biens et services, tout en considérant une intégrité paysagère et en conservant un rôle de réservoir pour la biodiversité, biodiversité élevée et patrimoniale (Boutefeu, 2005). La nature en ville en revanche trouve sa place au milieu des espaces laissés par les activités humaines, c'est une biodiversité plus ordinaire ou spontanée, souvent peu regardée voire indésirable (Roussel, 2000). Les pressions qui pèsent sur la nature en ville comme en forêt sont de même type (pollution, changement climatique, sur-exploitation, fragmentation), les concepts écologiques sont identiques (niche écologique, successions végétales), pourtant les enjeux qui leur sont associés sont très différents (Rovillé & Aufray, 2012).

A l'interface de cette dichotomie ville-nature, se trouvent les milieux périurbains, zones sous forte influence urbaine, qui font une transition entre centre urbain dense et milieu rural (Duvigneaud, 1974). Le périurbain est « beaucoup plus qu'une simple "ombre urbaine" projetée sur le rural » (Vanier, 2002). Cet espace trouve tout son intérêt en ayant ses enjeux et son fonctionnement propres (Legenne & Laruelle, 2005). En premier lieu, la nature a plus d'espace qu'en ville, mais n'est pas soumise aux mêmes objectifs de gestion qu'en milieu rural. Les forêts périurbaines notamment, ne sont pas gérées comme les parcs urbains, très horticoles et entretenus pour l'accueil du public, ni comme les forêts rurales à vision multifonctionnelle (Arnould & Cieslak, 2004).

Ces forêts périurbaines doivent intégrer l'influence citadine, et prennent principalement un rôle d'accueil du public, cependant la vision de la ville détruisant la nature n'est pas le seul modèle (Dubois, 2000). Les forêts périurbaines présentent des enjeux de production relayés au second plan, et à ce titre elles peuvent augmenter leurs fonctions écologiques (Moigneu, 2005). De plus, de nombreuses espèces se dispersant le long des continuums forestiers arriveraient dans ces forêts, dernier maillon avant la matrice urbaine, accroissant ainsi régulièrement la biodiversité qu'elles abritent (Office National des Forêts, 2011). Toutefois, cette biodiversité et la ressource des forêts sont mal connues des citoyens : 22 % des Français n'ont jamais entendu le mot biodiversité et 42 % ne savent pas le définir mais l'ont déjà entendu (The Gallup Organisation, 2010) . De plus, parmi le public connaissant le terme, la fonction de réservoir de biodiversité est le premier rôle attribué à la forêt française (66,4%), devant l'espace de loisir (60,3 %) et la production de bois (50,8 %) (Observatoire National de la Biodiversité, 2015).

Comme le constate Serge Mongeau (1998) : « Nous nous sommes "dissociés" de la nature et c'est cette rupture qu'il faut réparer si nous voulons retrouver la voie de l'harmonie et de l'équilibre ». On peut donc se demander si les forêts périurbaines ne pourraient pas participer à la réconciliation de l'homme avec la nature. Pour répondre à cette problématique, il convient de se demander dans un premier temps s'il y a bien des zones de nature et de biodiversité en forêts périurbaines. Dans un second temps nous identifierons les enjeux et proposerons des pistes pour organiser l'accueil du public dans le respect de la nature dans les forêts périurbaines.

Pour répondre à ces questions, nous nous pencherons sur le territoire de l'Île-de-France (IDF), première région urbaine de France, où les forêts tant privées que publiques sont très soumises à la fréquentation urbaine. Ce travail donnera lieu à une identification des zones riches en biodiversité qui sera utile dans la suite des politiques régionales, notamment dans la mise en pratique du schéma régional de cohérence écologique (SRCE).

1 La biodiversité en forêts périurbaines

1.1 La forêt en Île-de-France

1.1.1 Des boisements couvrant près du quart du territoire

Bien que l'IDF soit la région la plus peuplée et la plus urbanisée de France, le territoire est très hétérogène. En effet les départements de la grande couronne sont très ruraux et forestiers. La forêt couvre 283 120 ha (selon la couche Ecomos 2008 (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France; Natureparif, 2008) ; 269 000 ha selon la campagne de l'Inventaire Forestier (IGN) 2009-2013 (Institut national de l'information géographique et forestière, 2014). Cela représente un taux de boisement de 23 %, valeur légèrement inférieure à la moyenne nationale qui est de 26 %. La différence entre les deux sources vient, entre autres, de la taille du pixel considéré : 625 m² pour l'Ecomos contre 22 500 m² pour l'IGN. Les forêts de production sont composées de feuillus à 94 %, avec une nette dominance du chêne (*Quercus petrae* et *Quercus robur*) qui occupe à lui seul 45 % des surfaces. Le volume sur pied est équivalent en forêt publique et en forêt privée, avec 176 m³/ha, valeur supérieure à la moyenne française de 157 m³/ha. Le volume total sur pied n'a cessé d'augmenter depuis 35 ans, alors que la surface forestière est restée stable sur cette période. On constate une forte capitalisation (augmentation du volume de bois par une exploitation inférieure à la production biologique) du bois sur pied, notamment en forêt privée (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt, 2011).

1.1.2 Une prédominance de forêt privée et un morcellement significatif

La forêt d'IDF est surtout connue pour ses grands massifs domaniaux, tels que Rambouillet et Fontainebleau. Toutefois, la forêt privée est largement majoritaire couvrant 69 % de la surface. Cette forêt appartient à plus de 148 000 propriétaires, mais la répartition des surfaces est très inégale.

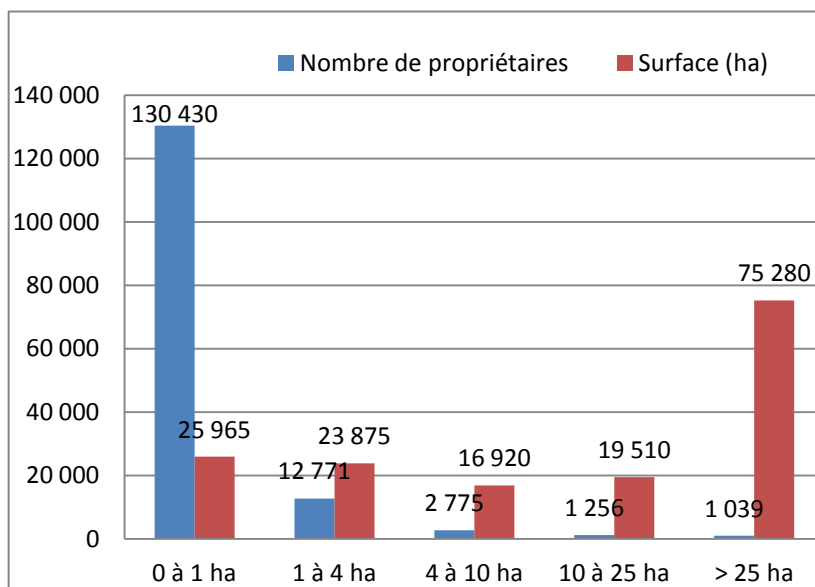


Figure 1 : Le morcellement de la forêt privée francilienne, nombre de propriétaires et surface cumulée par classe de surface de forêt

Comme le montre la Figure 1, on a d'une part, un millier de propriétaires qui totalisent 47 % de la surface privée avec des propriétés de plus de 25 ha, et d'autre part, 130 430 propriétaires possédant moins de 1 ha. La question du morcellement est très forte : 88 % des propriétaires ont moins de 1 ha, et 0,70 % possèdent plus de 25 ha (les moyennes françaises étant respectivement de 83 % et 1,90 %).

Les propriétés de plus de 25 ha sont soumises à la réalisation d'un plan simple de gestion (PSG), document qui décrit les peuplements et énonce les orientations de gestion, qui doit être soumis au Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF). C'est un outil d'encadrement de la forêt privée présenté comme une garantie de gestion durable bien que les volets environnement, biodiversité et accueil du public ne soient pas obligatoires.

Les propriétés bénéficiant d'un PSG sont cartographiées en Annexe 1, elles signalent ainsi la localisation des « grandes propriétés ». Les propriétés de moins de 25 ha ne sont soumises à aucune obligation de gestion ; dans les zones très morcelées, on peut voir des gestions très différentes sur des surfaces restreintes.

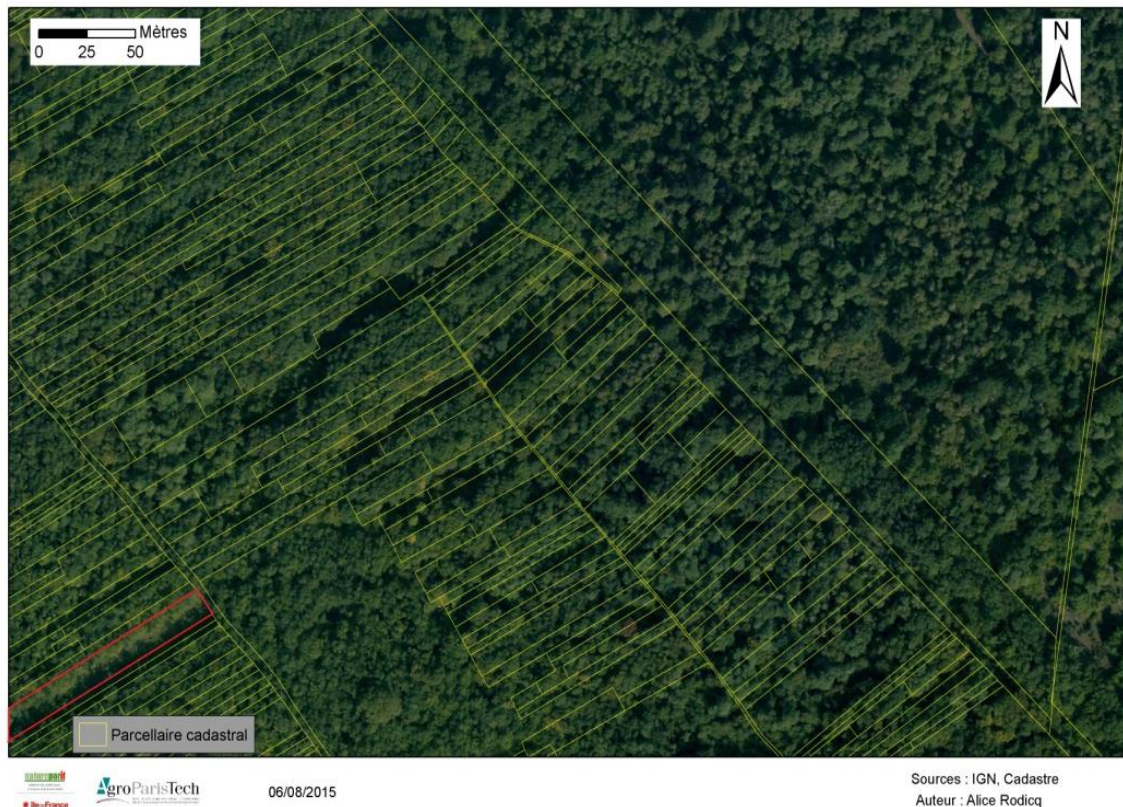


Figure 2 : Photo aérienne et parcellaire forestier très morcelé en lames de parquet, à Freneuse (Yvelines)

La Figure 2 est un extrait du cadastre (2007) qui montre des propriétés en « lames de parquet », mesurant pour certaines moins de 5 mètres sur 10 mètres, parcelles issues des divisions successives lors d'héritages d'une grande parcelle initiale. Il y a un voire plusieurs propriétaires pour certaines de ces parcelles, ce qui rend leur gestion et leur achat compliqués. De plus, certains propriétaires ne sont pas au courant de leur héritage et ne gèrent pas leur propriété, alors que d'autres exploitent leurs parcelles, comme le montre la parcelle encadrée en rouge en bas à gauche, où on remarque une coupe récente des arbres.

Ces zones très morcelées sont les zones d'action prioritaire de l'Agence des Espaces Verts (AEV), qui cherche à en faire l'acquisition foncière pour sécuriser l'usage du sol forestier et garantir une bonne gestion. L'AEV délimite des Périmètres Régionaux d'Intervention Foncière (PRIF), zones d'actions prioritaires du fait du morcellement et des enjeux écologiques, où le droit de préemption délégué par la Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural (SAFER) et les départements lui permet de se porter acquéreur.

1.1.3 Une forte influence urbaine

L'IDF est la région la plus peuplée de France avec une densité de 991 hab/km². Selon l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE), l'ensemble de la région est située dans l'espace des grandes aires urbaines. Les forêts sont donc fortement au contact de l'urbanisation et des urbains, et comptabiliseraient plus de 100 millions de visites par an en forêt publique. La Figure 3

montre les 3 niveaux de fréquentation des forêts publiques estimés par l'Office National des Forêts (ONF). On remarque la forte influence du cœur urbain parisien sur les forêts de la ceinture verte, avec des densités de population de plus de 1500 hab/km², des forêts moyennement fréquentées comprenant les forêts de grande renommée (Rambouillet, Chantilly, Fontainebleau, Ferrières) et les forêts un peu plus périphériques, et enfin les forêts faiblement fréquentées, en limites de la région dans les espaces les plus ruraux de l'IDF.

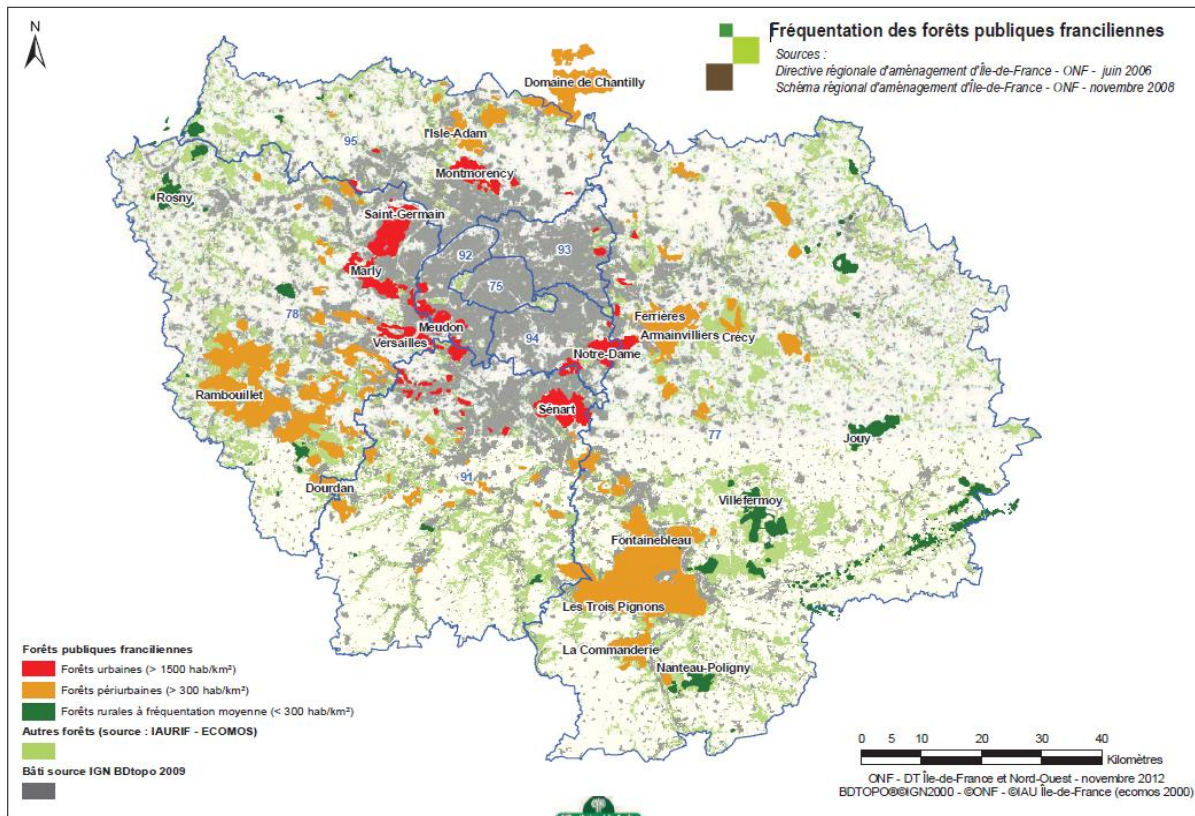


Figure 3 : Carte de la fréquentation des forêts publiques franciliennes. Source : Office National des Forêts 2012

1.1.3.1 Une forêt de promenade avant tout

La fréquentation est assez variée, tant dans les motifs que dans les périodes de l'année. Le rôle social de la forêt est très marqué en IDF, beaucoup de Franciliens perçoivent la forêt comme un espace vert de grande taille, tant pour les sorties quotidiennes que le week-end.

Les usages en forêts sont variés ; l'ouvrage de Thierry Moigneu (2005) les classe en activités pédestres, activités sportives non motorisées, activités motorisées, activités scientifiques et activités artistiques. Cette diversité d'usages crée une diversité d'attentes vis-à-vis de la forêt ainsi que des conflits d'usage. On peut tout de même noter que la promenade et la cueillette restent les principales activités pratiquées.

Cette fréquentation est surtout une fréquentation de proximité, la distance moyenne que les usagers parcourent pour se rendre en forêt est de 10,5 km (Peyron, Harou, Niedzwiedz, & Stenger, 2002). Seuls les grands massifs renommés tels que Fontainebleau et Rambouillet font figure d'exception en drainant des habitants de toute la région voire au delà.

Les périodes où les forêts franciliennes sont les plus visitées sont les premiers weekends de mai ainsi que le mois de septembre. Ces moments de forte affluence voient les parkings se remplir au maximum

de leur capacité et le stationnement en bord de route se développer. La raison évoquée par l'étude du Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de vie (Maresca, 2000) est l'esthétique particulière des forêts à ces périodes, raison qui explique également la faible fréquentation en hiver.

1.1.3.2 Des dégradations surtout en bord de chemin

La présence importante de public en forêt a des impacts sur l'écosystème forestier, liés simplement à la présence humaine, ainsi qu'à des comportements irrespectueux du milieu. Outre les installations et infrastructures de cheminement (routes forestières et chemins de randonnée), la présence de l'homme crée des gênes sonores et olfactives pour la faune. De plus, la présence directe d'humains à proximité de lieux de quiétude des animaux constitue un dérangement pour eux qui les empêche de réaliser leur cycle de vie, comme par exemple pour le cerf (*Cervus elaphus*) lors de la mise bas.

Le comportement des visiteurs est également une source de dégradation de l'écosystème :

- le cheminement hors des sentiers entraîne le piétinement du sous-bois dont la régénération ;
- la cueillette altère le cycle des organismes forestiers ;
- les déchets laissés sur place restent dans la nature et mettent du temps à se dégrader ;
- des actes de vandalisme sur les arbres les blessent et diminuent leur valeur d'avenir.

1.1.4 Des protections du patrimoine en millefeuilles

La protection du patrimoine naturel en général, et de la forêt en particulier, se fait au travers de différents outils juridiques. D'étendue et de mesures plus ou moins importantes, ils se superposent, ce qui induit un millefeuille législatif de statuts de protection et de réglementations.

Nous proposons dans le Tableau 1 un récapitulatif des différents statuts présents en IDF, précisant la surface régionale et la part occupée par de la forêt. On remarque qu'au total, 35% de l'IDF est protégée et que la forêt représente 46% de ces zones. Les réserves biologiques sont les protections les plus dédiées à la forêt, à l'inverse les espaces Natura 2000 ne comportent que 40 % de forêts et s'intéressent plus aux milieux humides et ouverts. Les définitions de ces protections, ainsi que les cartes plus détaillées sont présentées en Annexe 2.

Tableau 1 : Protection de la forêt en Île-de-France

Statut de protection	Proportion de la surface régionale protégée (%)	Proportion de surface forestière pour chaque zone de protection (%)
Inventaire patrimonial (<i>ZNIEFF I et II, ZICO</i>)	20,27	67,00
Protection au titre d'un texte international ou européen (<i>Réserve de biosphère</i>)	9,70	42,48
Protection conventionnelle (<i>Natura 2000, PNR</i>)	20,27	40,70
Protection législative directe (<i>Acquisition foncière, ENS</i>)	7,46	51,06
Protection réglementaire (<i>APB, Forêt de protection, RBI et RBD, RNN, RNR, Site classé</i>)	5,79	88,90
TOTAL	35,41	46,03
Réservoir de biodiversité SRCE	20,74	68,18

Lors de l'élaboration du SRCE, des réservoirs de biodiversité ont été définis. Les orientations nationales y placent les sites à protection réglementaire pour garantir qualité écologique et gestion du site. La région IDF a rajouté les sites Natura 2000 et les zones d'inventaire patrimonial hors périmètres urbains. Au total 20 % du territoire francilien est classé en réservoirs de biodiversité, composés de forêts à 68%.

Protections du patrimoine naturel en Île-de-France

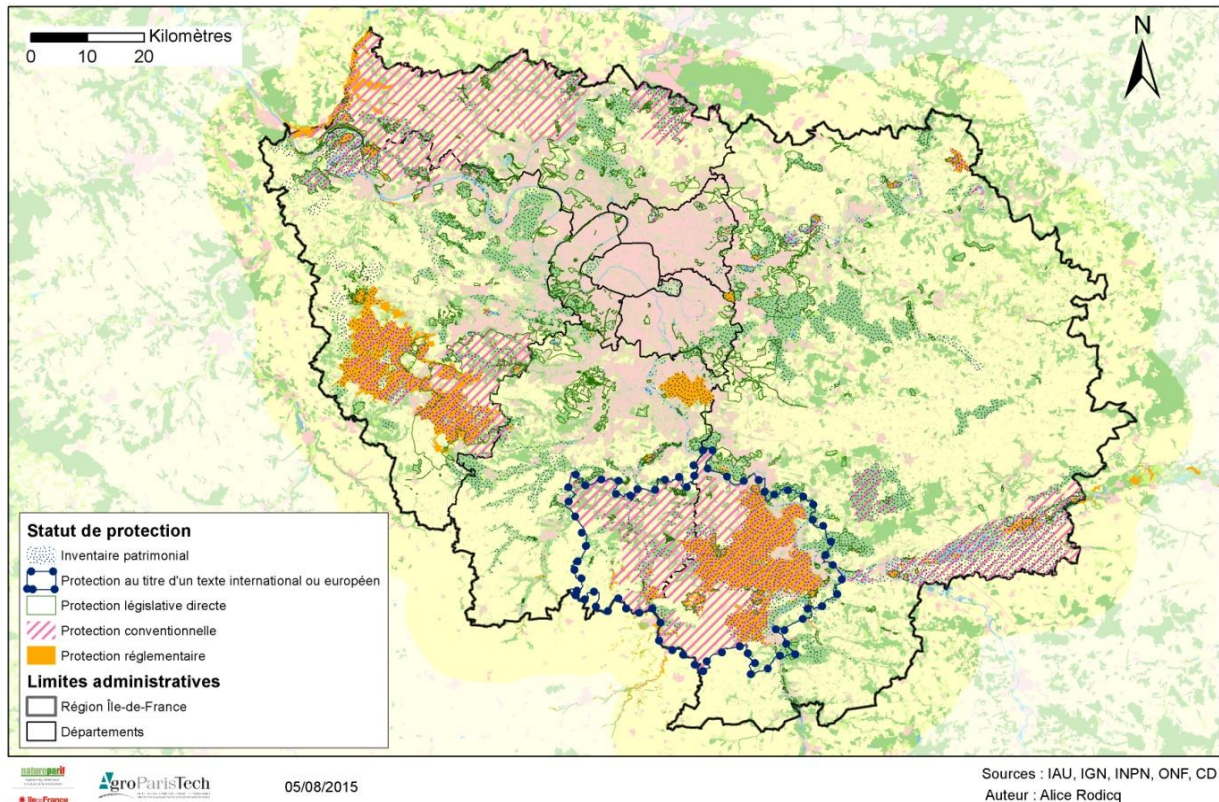


Figure 4 : Superposition des statuts de protection en Ile-de-France

Tous ces statuts de protection (contractuels, réglementaires, législatifs, réservoirs du SRCE) ont des incidences sur la gestion des sites et donnent parfois droit à des financements. Un tel niveau de protection du patrimoine forestier, par la diversité et la superposition des outils, montre bien l'intérêt qu'on y porte, puisque 69 % de la forêt est concernée par au moins un type de protection. Par ailleurs, 60 % de la forêt d'Île-de-France est classée dans un réservoir de biodiversité. On note sur la Figure 4 que ces protections couvrent les grands massifs forestiers et ceux de la petite couronne mais que les zones Est de la Seine-et-Marne sont peu protégées.

1.1.5 Plusieurs forêts, plusieurs biodiversités

Bien que les formations de chêne dominent la surface forestière régionale, il est important de noter l'existence d'autres formations végétales ligneuses. En effet, l'IDF est riche de 42 associations végétales forestières (hors plantation), certaines étant présentes sur des climax stationnels très localisés. On trouve par exemple des forêts de ravins ou des aulnaies marécageuses, associations végétales importantes pour le fonctionnement de l'écosystème avec une biodiversité très typique mais ayant des surfaces restreintes à l'échelle régionale. La grande majorité des groupements végétaux forestiers franciliens ont un intérêt patrimonial européen ou régional (Fernex, Lafon, & Hendoux, 2015).



Figure 5 : Torcol fourmilier, espèce typique forestière en régression.
Source : Shutterstock

Cette diversité de forêts s'accompagne d'une diversité d'espèces, animales et végétales, qui en font leur habitat, les conditions édaphiques, microclimatiques et la sylviculture déterminant des milieux plus ou moins riches. Champignons, mousses, flore herbacée, oiseaux, coléoptères, chauves-souris sont autant de taxons abrités par la forêt, avec des espèces spécialistes, des espèces communes et des espèces patrimoniales. En effet, l'IDF accueille des espèces remarquables et protégées comme le Torcol fourmilier *Jynx torquilla* ou le Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*. La présence de ces espèces patrimoniales montre que les milieux sont riches en biodiversité et ont un rôle dans sa conservation. Cependant le suivi de la biodiversité régionale montre que les espèces des milieux forestiers sont fortement menacées et en déclin. En effet, les forêts franciliennes comptent 7 à 33 % d'effectifs de moins que les départements limitrophes pour les chauves-souris, les papillons, et les oiseaux. La richesse spécifique est également plus faible, notamment chez les chauves-souris (Natureparif, 2010). Cette baisse du nombre d'espèces et de leurs effectifs est observée sur quasiment tous les taxons (Zucca, Birard, & Turcati, 2013).

1.2 Quelle connaissance de la biodiversité en IDF

1.2.1 Vers une augmentation de la connaissance naturaliste

La forêt est un milieu naturel abritant de nombreuses espèces répertoriées par les naturalistes. La connaissance du territoire s'approfondit grâce à l'action de nombreux acteurs institutionnels tels que l'ONF ou le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), ou encore associatifs tels que la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO), le Centre Ornithologique de la Région Île-de-France (CORIF), l'Office pour les Insectes et leur Environnement (OPIE), l'Association des Naturalistes de la Vallée du Loing et de la forêt de Fontainebleau (ANVL)...

Natureparif, l'Agence régionale pour la nature et la biodiversité en IDF, est un organisme associé de la Région, dont le pôle observatoire a pour but d'augmenter la connaissance du territoire et d'animer le réseau d'acteurs producteurs de données sur la nature (la description complète de Natureparif est donnée en Annexe 3). A ce titre, un outil de saisie et d'exportation des observations naturalistes a été développé en 2014 pour permettre de dresser des bilans de l'état de la connaissance de la biodiversité : <http://cettia-idf.fr/bdd>.

On note à ce jour plus de 220 000 données saisies, chiffre très en dessous des informations disponibles, la plupart des anciennes études n'ayant pas encore été importées dans la base. CETTIA a pour vocation de constituer la plateforme régionale d'échange de données dans le cadre de la mise en œuvre du Système d'Information sur la Nature et les Paysages régional (SINP), en facilitant notamment l'accès aux données existantes : 1,6 million de données flore gérées par CBNBP et plus de 300 000 données insectes gérées par l'OPIE.

1.2.2 Les enjeux du Schéma Régional de Cohérence Ecologique

Le SRCE (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie, 2013), approuvé par le Conseil régional le 26/09/13 et adopté par le Préfet de Région le 21/10/13, est un outil

réglementaire dédié à l'aménagement du territoire en vue de la préservation et de la remise en état des bonnes continuités écologiques. Après l'identification des différentes composantes de la trame verte et bleue régionale, il propose un diagnostic du territoire et un plan d'action stratégique visant à répondre aux enjeux nationaux et régionaux. Des objectifs spécifiques sont attachés à Paris et aux départements de la petite couronne.

Parmi les habitats étudiés, la forêt est un des axes de travail, le but étant d'assurer la connectivité des peuplements et de favoriser la diversité des milieux intra-forestiers (mares, clairières, îlots de vieux bois). La création d'une trame de vieux bois est un des objectifs du document.

1.2.3 Genèse de l'étude

Les stades matures forestiers sont très peu présents en France et comportent une biodiversité et un fonctionnement encore mal connus. De nombreux projets de recherche, notamment ceux menés par le ministère de l'Ecologie dans le cadre du programme Biodiversité, Gestion forestière et Politiques publiques (dont le projet Gestion forestière, Naturalité et Biodiversité coordonné par Frédéric Gosselin (2013)) s'intéressent aux interactions entre forêts et gestion, au bois mort, et à la non-gestion.

Après le Grenelle de l'environnement (Grenelle Environnement, 2007) et ses orientations de préservation de la biodiversité dite ordinaire, surtout par des mesures de gestion, l'ONF s'est inscrit dans cette démarche au travers de l'instruction INS-09-T-71 du 29/10/2009. Ce document introduit l'obligation de mise en place d'un réseau d'Îlots de Vieux Bois (IVB), occupant une surface minimale de la forêt sur 1 % pour les îlots de sénescence et 2 % pour les îlots de vieillissement. Les forestiers privés ainsi que les forêts des collectivités sont invités à prendre des mesures similaires. La thématique des îlots de vieux bois est donc importante, tant à l'échelle de la forêt qu'à l'échelle régionale par la nécessité de continuité spatiale.

D'autre part, l'adoption du SRCE par la région, pose comme objectif la création d'une trame de vieux bois en forêt publique et privée, par la préservation d'îlots de vieux bois à très long terme. En tant qu'organisme associé à la région pour la nature et la biodiversité, Natureparif a pour mission l'expertise et le suivi de la mise en œuvre du SRCE (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie, 2013).

Ce contexte global poussant à la connaissance et à la mise en place d'îlots de vieux bois connectés a fait émerger l'étude actuelle portée par Natureparif, cherchant à cartographier, dresser un bilan et mettre en réseau les îlots de vieux bois.

1.3 Approcher la biodiversité forestière par la naturalité

1.3.1 Formes de la biodiversité en forêt

La forêt est un écosystème complexe et riche, composé d'espèces végétales présentes sur une à 4 strates (muscinale, herbacée, arbustive et arborée) qui modifient les conditions locales (climatiques et pédologiques), permettant ainsi de développer des habitats particuliers pour les espèces animales, végétales, fongiques et microbiennes.

Depuis la Convention sur la biodiversité biologique (1992), on s'intéresse particulièrement à la notion de biodiversité, qui inclut la diversité des êtres vivants et de leurs interactions. Les différentes communautés présentes en forêt (flore, mammifères, avifaune, chiroptères, insectes, mousses, champignons...) sont de mieux en mieux connues, tant dans leur composition que dans leur réponse à

la gestion forestière. D'autres études s'intéressent également aux régimes de perturbations et aux caractéristiques des peuplements, telles que l'ouverture du couvert ou la présence de bois mort. Toutefois ces études sont plus rarement multi-taxons et ne décrivent l'écosystème que par certaines entrées.

1.3.2 Le concept de naturalité

Pour avoir une vision plus intégrative et fonctionnelle de l'écosystème, incluant entre autre la diversité biologique, les interactions, la structure, la dynamique spontanée et autonome et les impacts de l'homme, le concept de naturalité a progressivement émergé. Basé sur l'étude de la nature *sensu lato*, il s'inspire du fonctionnement de l'écosystème non perturbé pour évaluer les écosystèmes actuels.

Les forêts naturelles ou primaires, sont les forêts qui n'ont pas été ni exploitées, ni fragmentées ni influencées par l'homme. Elles forment des écosystèmes en équilibre dynamique, leur hétérogénéité leur permettant une bonne résilience. Elles sont intrinsèquement riches en biodiversité. Ces forêts primaires sont très rares voire relictuelles, notamment en Europe. On estime que la forêt de Bialowieza en Pologne, qui rassemble plus de 10 000 espèces animales ou végétales, est une des dernières forêts primaires du vieux continent.

Ces forêts naturelles servent de point de référence pour la définition de la naturalité, qui se décline en 8 qualités écologiques principales. Une méthode d'évaluation de la naturalité des forêts françaises a été proposée par Rossi et Vallauri (2013), reprenant ces 8 critères qui se déclinent parfois en plusieurs indicateurs, présentés ci-après dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Principaux critères et indicateurs descriptifs de la naturalité selon Rossi et Vallauri (2013)

Critères	Indicateurs	Magnitude de l'effet
Maturité	Nombre de TGB/ha	+++
Maturité	Volume de bois mort debout et au sol	+++
Micro-habitats	Diversité des micro-habitats (cavités, fissures...)	+++
Continuité temporelle	Durée de l'état boisé	+++
Continuité spatiale	Connectivité des forêts et vieux bois	+++
Diversité	Nombre d'espèces d'arbres indigènes	++
Complexité structurale	Part des peuplements irréguliers ou multi-stratifiés	++
Indigénat	Part des essences indigènes dans le couvert	+
Maturité	Age du peuplement dominant	+
Dynamique	Degré d'avancement dans la succession	+

Les arbres de gros diamètre, ceux présentant des cavités ou autres micro-habitats, ou encore les bois morts au sol et debout permettent d'accueillir une faune et une flore spécifiques, qui ont des niches écologiques très restreintes et nécessitent un temps d'installation élevé. Ils sont beaucoup plus présents dans les forêts naturelles que dans les forêts gérées.

La naturalité est également étudiée à l'échelle mondiale, (le concept est d'ailleurs américain, ayant émergé en 1964 pour la création et la préservation des parcs nationaux), par l'index de naturalité

potentiel. Les 8 qualités écologiques sont cartographiées pour indiquer les zones potentielles de naturalité, une étude de terrain étant nécessaire pour valider le bon état des sites.

En France on estime que les forêts naturelles représentent moins de 30 000 ha, situées surtout en montagne, et sont encore très peu connues (Nivet, Gosselin, & Chevalier, 2012).

1.4 Orientations prises pour l'étude

1.4.1 Objectifs

La demande initiale de Natureparif était de *cartographier les zones de forêts à fort potentiel biologique et d'analyser les risques pour la trame de vieux bois*. Au vu des éléments énoncés et définis précédemment, sur la biodiversité et la naturalité, nous avons retenu l'étude des *forêts à forte naturalité en milieu périurbain*, cet intitulé permettant de s'inscrire dans le contexte d'autres études prenant la naturalité comme entrée.

Un des objectifs principaux de l'étude est dans un premier temps d'avoir une connaissance de la naturalité des forêts sur l'ensemble du territoire francilien, en forêt publique comme en forêt privée. Dans un second temps, on s'intéresse aux pressions sur les zones les plus naturelles, pression accentuée en contexte périurbain. Le dernier objectif permet de répondre aux demandes du SRCE en proposant une trame d'îlots de vieux bois.

Mon stage de fin d'études est un premier volet de cette étude, le but étant de poser les bases de l'étude et de proposer une méthodologie pour la cartographie des zones de naturalité forestière.

1.4.2 Une approche globale

Cette étude s'inscrit dans le contexte global de mise en place des îlots de vieux bois, notamment par l'ONF et dans le retour vers des forêts plus naturelles, c'est pourquoi de nombreuses études similaires ont déjà été réalisées sur d'autres régions. Une recherche bibliographique a été effectuée en début de stage, pour comparer les méthodologies employées et les territoires étudiés.

Les études se classent en deux catégories (le détail est donné en Annexe 4) :

- celles menées à l'échelle d'un massif de forêt domaniale dans le but de trouver les îlots de vieux bois qui seront proposés en réponse à la directive de 2009 ;
- celles menées à l'échelle d'une aire géographique (bassin versant, sylvo-éco-région, région administrative), comprenant forêts privées et publiques, pour faire un état de la naturalité des peuplements

Dans la majorité des cas, les études ont été réalisées dans des zones moins urbaines que l'Île-de-France, où on connaissait l'existence de parcelles matures, en non-gestion, ou à forte naturalité. De plus, surtout dans le cadre des trames de vieux bois, les études se sont faites avec un pré-repérage à dire d'experts de terrain. La zone d'étude étant plus restreinte et l'étude réalisée en interne par l'ONF, la connaissance d'îlots matures a servi de base et les mesures de terrain ont permis de faire une sélection parmi les îlots pressentis.

Une telle stratégie n'était pas applicable dans le cadre de l'étude lancée par Natureparif, étant donné la multitude de gestionnaires et propriétaires ainsi que la taille de la zone d'étude. Les mesures sur le terrain ont aussi été moins nombreuses étant donné le nombre de sites potentiels à visiter et le temps

de déplacement entre les sites. Il a donc fallu mettre en œuvre des méthodes permettant d'approcher la naturalité par des indicateurs indirects, observables à distance.

1.4.3 Indicateurs principaux retenus

Le protocole de mesure de la naturalité des forêts, tel qu'il est proposé par Rossi et Vallauri (2013), est très long à mettre en œuvre. Etant donné le peu de temps disponible et le territoire à couvrir, un protocole plus léger devait être proposé. Nous avons donc retenu certains des critères proposés pour la naturalité, après avoir complété leur analyse par une recherche bibliographique.

Le bois mort est un indicateur très souvent utilisé pour approcher la biodiversité forestière : 25 % des espèces animales et végétales forestières y seraient intimement liées. C'est notamment un des deux indicateurs retenus par l'agence européenne de l'environnement pour la forêt (European Environment Agency, 2015) et par l'Observatoire National de la Biodiversité (ONB) (Observatoire National de la Biodiversité, 2015) de manière couplée aux gros bois vivants. On estime que le volume de bois mort au sol est de 2 à 6 m³/ha en forêt gérée de plaine française, contre plus de 100 m³/ha à Bialowieza ou dans les réserves biologiques (RB) intégrales de Fontainebleau (Vallauri, André, & Blondel, 2002). Bien que fortement lié à la fonctionnalité d'un écosystème forestier et à la biodiversité associée, le bois mort à lui seul n'est plus considéré comme un indicateur suffisant de la biodiversité ou de la naturalité des forêts mais comme un des attributs des forêts naturelles (Bouget & Gosselin, 2012). Ce critère sera donc retenu mais complété par d'autres indicateurs.

L'ONB (2015) associe les bois morts au sol aux très gros bois sous le nom de « bois particulièrement favorables à la biodiversité ». En effet, les très gros bois sont un descripteur intéressant de la naturalité des forêts, l'exploitation sylvicole ne laissant pas le temps aux arbres d'atteindre leur maturité (et donc des diamètres importants). La donnée sur les très gros bois est privilégiée étant donné qu'elle est facilement accessible lorsque l'on a à disposition les documents d'aménagement ou les PSG. De plus, cette donnée est la seule qui puisse être collectée par télédétection ou photo-interprétation, ce qui fait des très gros bois un premier filtre de naturalité intéressant pour une approche globale.

L'ancienneté de l'état boisé est un paramètre important de la naturalité des forêts. Une forêt récente aura fait suite à un usage agricole ou du moins défriché du sol. La fertilité et l'écosystème du sol pourront en être fortement modifiés. De plus, les espèces inféodées aux forêts anciennes auront disparu, or ces espèces ont souvent un temps de retour très important (mousses, champignons, coléoptères...) (Dupouey & Dambrine, 2004). L'ancienneté est évaluée par rapport à la carte de Cassini, dessinée en 1744. Cette donnée, récemment numérisée, permet de comparer les forêts actuelles aux forêts de 1744, indiquant ainsi les forêts disparues entre ces deux dates, les forêts récentes qui n'existaient pas sur les cartes de Cassini mais existent de nos jours, et les forêts anciennes qui ont perduré depuis 1744.

La continuité spatiale est un des enjeux importants en forêt, un îlot très riche mais isolé ne permettra pas les échanges génétiques ni l'accomplissement du cycle suffisant. De plus, certaines espèces ont des capacités de dispersion très faibles, comme le Pique-prune (*Osmoderma eremita*) qui se déplace sur moins de 200 mètres, l'inclusion dans un massif est importante (Ranius & Hedin, 2001).

Parmi les 5 indicateurs ayant le plus d'effet selon Rossi et Vallauri (2013), 4 seront retenus car ils présentent un intérêt pour estimer la naturalité, sont facilement mesurables sur le terrain, et peuvent être comparés (attention toutefois aux protocoles de terrain qui peuvent faire varier les volumes et densités). De plus, ces critères sont utilisés dans l'élaboration de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) (Larrieu & Gonin, 2008), qui est de plus en plus utilisé en France. L'agrégation des données sous une valeur d'IBP permettra de faire des comparaisons de nos résultats avec d'autres placettes.

1.4.4 Définitions retenues pour l'étude : glossaire

Les forêts naturelles ne sont plus présentes en France, on peut cependant évaluer le degré de naturalité des forêts pour identifier les forêts à fort caractère naturel, qui seront celles avec la biodiversité et le fonctionnement le plus proche des forêts primaires.

Dans le cadre de cette étude nous définirons donc :

- Les forêts à fort caractère naturel (FFCN) : forêts où la naturalité sera importante, malgré l'empreinte humaine
- Les îlots de naturalité (IN) : petites unités forestières, isolées ou incluses dans un peuplement plus grand, présentant les caractères d'une FFCN
- Les îlots de vieillissement : « *Petit peuplement ayant dépassé les critères optimaux d'exploitabilité économique et qui bénéficie d'un cycle sylvicole prolongé pouvant aller jusqu'au double de ceux-ci* » Définition ONF. Les îlots de vieillissement ne sont donc pas voués à être pérennes à terme.
- Les îlots de sénescence : « *Petit peuplement laissé en évolution libre sans intervention culturale et conservé jusqu'à son terme physique, c'est-à-dire jusqu'à l'effondrement des arbres.* » Définition ONF 2009.
- Les îlots de vieux bois (IVB) : Terme qui rassemble les îlots de vieillissement et les îlots de sénescence de l'ONF. Ces îlots, comme les précédents sont donc des intentions de gestion, et ne présentent pas de garantie sur la naturalité qui s'y trouve.
- Les zones de très gros bois (ZTGB) : petites unités forestières présentant une structure riche en TGB
- La maturité : âge du peuplement en place
- L'ancienneté : temps depuis lequel l'usage du sol est forestier

Le concept de naturalité approche l'écosystème forestier par l'angle de la non-intervention humaine qui conduirait à une forêt primitive. Cette non-gestion a pour conséquence la mise en place de dynamiques spontanées, la présence de gros arbres et de bois mort, conditions favorables à la biodiversité typique forestière. Connaître la localisation des îlots à forte naturalité est important pour maintenir les habitats de ces espèces menacées en IDF.

Les îlots à forte naturalité sont menacés par l'exploitation forestière car ils contiennent des arbres de gros diamètre, intéressants pour leur valeur économique. Mais le contexte francilien apporte un enjeu supplémentaire par la forte population qui y réside. En effet, la forêt en milieu périurbain joue un rôle social fort, étant vue comme un espace récréationnel vaste et ouvert à tous, que la forêt soit privée ou publique. L'accueil du public, sensibilisé ou non, perturbe cet écosystème. Si l'on ajoute à cela la pression foncière, on comprend qu'il est important de localiser et de préserver les espaces à forte naturalité en IDF.

2 Méthode d'identification des forêts à fort caractère naturel

L'identification des FFCN à distance n'a pas de protocole fonctionnel établi à ce jour, une étude de faisabilité a donc été réalisée pour trouver la méthode la plus concluante. Dans un second temps, une phase de terrain a été nécessaire pour vérifier si l'identification avait fonctionné.

2.1 Méthodes retenues pour une approche globale

Pour trouver une approche globale et précise de la cartographie des FFCN, plusieurs méthodes d'identification ont été testées successivement, les résultats et les limites de chacune d'entre elles donnant lieu à une réflexion sur l'efficacité et l'intérêt de la méthode.

2.1.1 Le recueil de données à dire d'expert

Comme évoqué précédemment, les études ayant porté sur la constitution des trames de vieux bois et les forêts à forte naturalité ont été réalisées en forêt publique et à dire d'experts. Ceci n'exclut pas une vérification sur le terrain mais le repérage a été fait par la connaissance des agents de terrain. Il nous a paru logique de commencer par cette connaissance partielle du territoire, nous avons donc sollicité les gestionnaires forestiers franciliens (CRPF, ONF, Parcs Naturels Régionaux (PNR), AEV, Conseils Départementaux (CD)) pour qu'ils nous transmettent les informations dont ils disposaient, dans les documents de gestion ou par la connaissance du territoire. Nous avons ainsi identifié 87 zones de très gros bois à travers l'Île-de-France, qui servent de point de départ pour l'étude. Ces îlots sont composés des réserves biologiques intégrales, des réserves biologiques dirigées, d'îlots de sénescence, d'îlots de vieillissement et de zones de très gros bois mesurées dans le cadre d'études de terrain.

Ces contacts nous ont aussi permis de créer un comité de suivi du stage et du projet, dont la composition est donnée en Annexe 5.

La constitution du comité de pilotage avec des experts de terrain est un bon moyen d'avoir de l'information sur quelques zones à forte naturalité connues, pour pouvoir se représenter les zones de naturalité faute d'avoir accès aux données de l'ONF.

2.1.2 La télédétection par satellite

2.1.2.1 Définition

La télédétection est l'ensemble des techniques qui permettent d'enregistrer et d'analyser par traitement informatique les données d'un objet à partir d'un capteur sans contact direct avec ce dernier. Les satellites ont un intérêt tout particulier dans la gestion et l'aménagement des milieux naturels, permettant d'obtenir des informations sur de grandes surfaces parfois inaccessibles.

Vu la taille du territoire de l'Île-de-France, une telle approche a été proposée par Natureparif pour la détermination d'une méthode globale d'identification des forêts naturelles. Le travail a porté sur des images satellites, qui étudient le signal électromagnétique dans plusieurs longueurs d'ondes de la cible (ici la surface terrestre) pour extraire des paramètres tels que le signal spectral, la géométrie des objets, la température ou encore la chlorophylle foliaire.

Etant donné que seul le premier objet rencontré depuis le ciel est observé, en forêt on ne peut observer que les houppiers de la strate dominante. La naturalité dans toutes ces composantes ne peut pas être observée, toutefois par la taille des houppiers, on peut déceler les zones de très gros bois.

2.1.2.2 Matériel

Grâce à une convention signée entre le Laboratoire Geosud et Natureparif, des images des satellites SPOT 6 ont été mises à ma disposition. Ces satellites présentent l'avantage d'être relativement précis (pixel de 6*6m) et de comporter 4 bandes spectrales : bleu (480 nm), vert (560 nm), rouge (660 nm) et proche infrarouge (820 nm).

Les traitements ont été réalisés sous ENVI version 5.2 (Exelis Visual Informations Solutions, 2014), logiciel spécialisé dans la télédétection, fourni par la convention Geosud et ArcGIS (Environmental Systems Research Institute, 2011), logiciel de géomatique.

2.1.2.3 Méthode

Dans un premier temps, les images ont été prétraitées pour uniformiser les paramètres liés à la date de prise de vue. Dans un second temps, on a sélectionné uniquement les zones forestières par la donnée du mode d'occupation du sol (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France; Natureparif, 2008) puis défini 4 types de forêts avec des polygones-exemples appelés zones d'apprentissage:

- Semis-fourrés : stade juvénile avec forte présence de régénération ou jeunes plants, sol nu possible, 0 à 5 ans
- Gaulis-perchis : croissance en hauteur, différenciation du houppier et de la grume, 5 à 30 ans
- Jeune futaie : croissance en diamètre, individus n'ayant pas atteint l'âge d'exploitabilité, 30 à 150 ans
- Futaie mature : croissance en diamètre et sénescence, individus ayant dépassé l'âge d'exploitabilité, 150 ans et plus

L'algorithme de maximum de vraisemblance permet ensuite d'affecter chaque pixel au type forestier ayant le signal le plus proche. Des zones de vérification permettent de valider la classification. Une bande de texture, analysant la relation entre chaque pixel et ses voisins a été ajoutée pour permettre d'améliorer la précision de la classification. L'ensemble des étapes est présenté en Annexe 6.

2.1.2.4 Résultats

Les résultats apparaissent sous forme d'une carte assignant à chaque pixel un usage du sol (dans le cas d'un signal trop différent des zones d'apprentissage, le pixel peut ne pas être classé).

La matrice de confusion montre que la classification est loin d'être satisfaisante, avec une précision globale de 25 %. Le changement des zones d'identification et de vérification n'a pas donné de meilleur résultat. D'autre part, plusieurs combinaisons de canaux et de seuils d'attribution ont été proposées, le meilleur résultat obtenu est de 48 % de précision globale. Les détails sont donnés en Annexe 7. La plupart du temps, les confusions se font entre les futaies matures et les stades gaulis-perchis ainsi que les jeunes futaies. En revanche, la confusion sur les stades plus jeunes (semis-fourrés, gaulis perchis) est faible.

2.1.2.5 Conclusion

La télédétection est un procédé dont les applications tiennent plus de la recherche que d'un outil opérationnel dans le cas de notre étude. Trouver des combinaisons de paramètres qui permettent de différencier les zones à gros bois n'a pas été satisfaisant, malgré les 2 mois passés à réaliser les traitements. Des études universitaires parlent de coupler le LIDAR (Light detection and Ranging) aux signaux électromagnétiques ((Drake & Dubayah, 2002) (Genç, Dewitt, & Smith, 2004)). Ne disposant

pas de données LIDAR sur l'ensemble de l'IDF, de tels essais n'ont pas pu être tentés dans le cadre de cette étude. Toutefois, les résultats montrent une faible confusion pour les stades les plus jeunes, j'ai donc réalisé une identification par classification supervisée de ces stades, le résultat a servi à écarter une partie du territoire de la zone d'étude.

La piste d'identification des ZTGB comme premier facteur de naturalité est intéressante mais la télédétection ne permet pas d'avoir cette information de manière fiable, une analyse à l'œil humain paraît intéressante, les houppiers de gros bois apparaissant sur les images satellites.

2.1.3 La photo-interprétation

2.1.3.1 Définition

La photo-interprétation est l'analyse d'une image aérienne pour repérer et délimiter des éléments cartographiques. Elle est réalisée par un opérateur et est assistée par ordinateur, que ce soit pour l'obtention et la visualisation des photos aériennes ou pour le stockage des données analysées sous SIG.

2.1.3.2 Matériel

Deux types de photos ont été utilisées dans le cadre de l'étude ; une photo en couleur naturelle et une photo infrarouge couleur (IRC). L'utilisation de l'infrarouge dans une composition colorée permet de mieux identifier et délimiter les éléments végétaux. Ces photos aériennes ont été fournies par l'IGN, sous un format prêt à être utilisé sur ordinateur. Leur résolution est de 0,5 m, les dates de prise de vue correspondent à plusieurs moments de la saison de végétation de 2008.

2.1.3.3 Méthode

Comme en télédétection, la photo-interprétation ne donne accès qu'aux houppiers, mais on peut en délimiter visuellement le contour grâce à la grande précision de la photo aérienne. On remarque une différence importante du diamètre des houppiers entre les ZTGB connues (à droite sur la Figure 6) et les forêts plus jeunes (en bas à gauche sur la Figure 6). A partir de ces zones, on a pu établir qu'un seuil de 15 m de diamètre paraissait discriminant des forêts plus jeunes. Dans le cas de forêts de gros bois denses, les houppiers sont parfois compressés et on en distingue difficilement les contours.



Figure 6 : Photo aérienne en IRC présentant des stades forestiers de différents âges. On délimite clairement les houppiers visuellement

Pour ne pas omettre ces zones, une hiérarchie des zones observées a été faite :

- Les TGB : îlot à dominante de houppiers de diamètre supérieur à 15 m, structure dominante de TGB ;
- Les GB : îlot comprenant quelques houppiers supérieurs à 15 m de diamètre, la majorité étant comprise entre 10 et 15 m, structure de GB à TGB ;
- Les TSF : îlot faisant apparaître des houppiers de plus de 15 m au milieu de taillis plus jeune ;
- Les arbres isolés : (uniquement pour les données d'inventaires de coléoptères saproxyliques) mettent en avant de gros arbres isolés.

2.1.3.4 Résultat

La photo-interprétation est une étape chronophage, le travail se faisant sur une fenêtre glissante de 400 *400 m. Ayant débuté par le Nord-Ouest de l'IDF, le Val d'Oise et une partie des Yvelines ont pu être interprétés à la fin du stage.

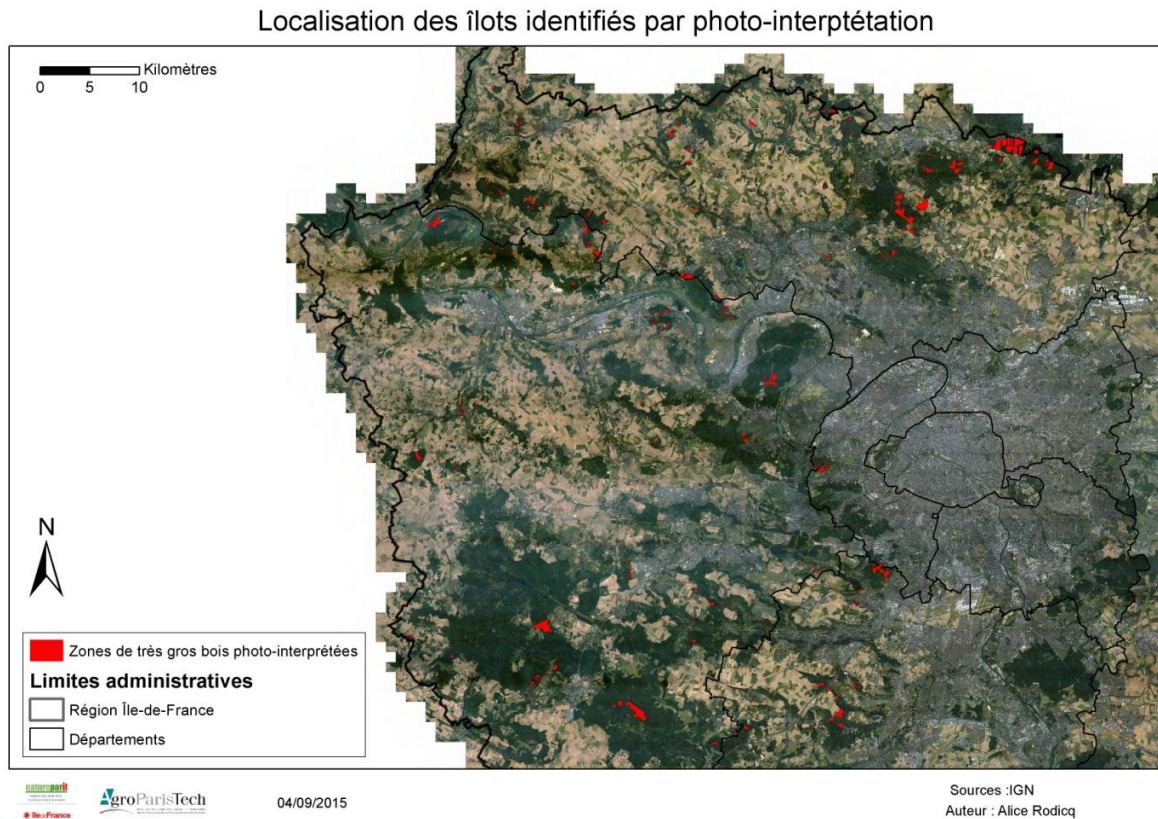


Figure 7 : Localisation des îlots de gros bois repérés par photo-interprétation dans le Val d'Oise et les Yvelines (pour partie)

Sur la zone d'étude, 364 îlots ont été identifiés et sont présentés sur la Figure 7, même si tous n'apparaissent pas à cette échelle. Le département des Yvelines n'a pas été totalement photo-interprété. L'Annexe 8 donne les détails du Val d'Oise et des Yvelines.

2.1.3.5 Conclusion

La photo-interprétation est une méthode longue mais facile à mettre en œuvre, nécessitant seulement un opérateur ayant calibré sa vision pour reconnaître des zones de très gros bois.

Cette méthode ne donne aucune indication sur la gestion sylvicole (sauf pour les TSF très reconnaissables), la flore ou le bois mort. Il faut donc s'intéresser à d'autres méthodes permettant de faire le lien entre des données accessibles à distance et le bois mort.

2.1.4 Utilisation de données naturalistes

2.1.4.1 Définition

Les communautés inféodées aux forêts et plus particulièrement aux FFCN peuvent être de très bons indicateurs de la naturalité du lieu. A partir d'indices donnant à chaque espèce son caractère indicateur

de FFCN, définis dans la littérature ou calculés, on calcule un indice global pour des points d'inventaires.

2.1.4.2 Matériel

Différentes communautés peuvent être reliées à la naturalité. Par manque de temps ou par manque de données, seules les coléoptères saproxyliques ont été étudiés. Le tableau présenté en Annexe 9 présente les différentes communautés qui ont été considérées pour l'étude et les raisons pour lesquelles elles n'ont pas été retenues.

Les coléoptères saproxyliques sont intimement liés au bois mort au sol et aux très gros arbres debout, vivants ou morts. Ils sont relativement bien étudiés en IDF, avec 271 relevés ponctuels, provenant de :

- l'enquête lucane ;
- l'OPIE ;
- l'Institut de recherches en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) ;
- la BDN de l'ONF ;
- la ville de Paris ;
- les conseils départementaux

La thèse d'Hervé Brustel (Brustel, 2004) a abouti à la création d'une liste de 200 espèces saproxyliques liées à la naturalité des forêts, après avoir étudié plusieurs massifs à fort caractère naturel. Pour chacune des 200 espèces, un coefficient de sténoécie, qui exprime l'étroitesse de la niche écologique en relation avec le bois mort, et un coefficient de patrimonialité, qui définit la rareté de l'espèce, sont évalués. Le détail des 2 indices ainsi que la liste des espèces sont donnés en Annexe 10.

2.1.4.3 Méthode

Pour chaque point d'inventaire, nous avons calculé un indice global, appelé indice de saproxylation, liée à la sténoécie des espèces présentes. La patrimonialité n'entre en compte que pour les espèces hautement patrimoniales, qu'on classera dans une classe à part.

L'indice de sténoécie est défini par Brustel de 1 à 3, trois étant la relation la plus complexe au bois mort. Pour obtenir un indice de saproxylation normalisé, nous avons décalé ces valeurs d'une unité de sorte que les espèces qui ne font pas partie de la liste aient un coefficient de valeur 1, et 4 pour les espèces fortement inféodées au bois mort.

$$IS = \frac{\sum_{i=2}^4 i * n_i}{\sum_{i=1}^4 i * n_i}$$

Où n_i est le nombre d'individus du relevé ayant le coefficient de sténoécie i .

Nous avons ensuite séparé ces valeurs en 5 classes selon la méthode de Jenks (Jenks, 1967) qui augmente la variabilité inter-classe en diminuant la variabilité intra-classe, pour exprimer au mieux les tendances au sein de l'échantillon.

2.1.4.4 Résultats

Localisation des relevés de coléoptères saproxyliques et Indice de Saproxylation

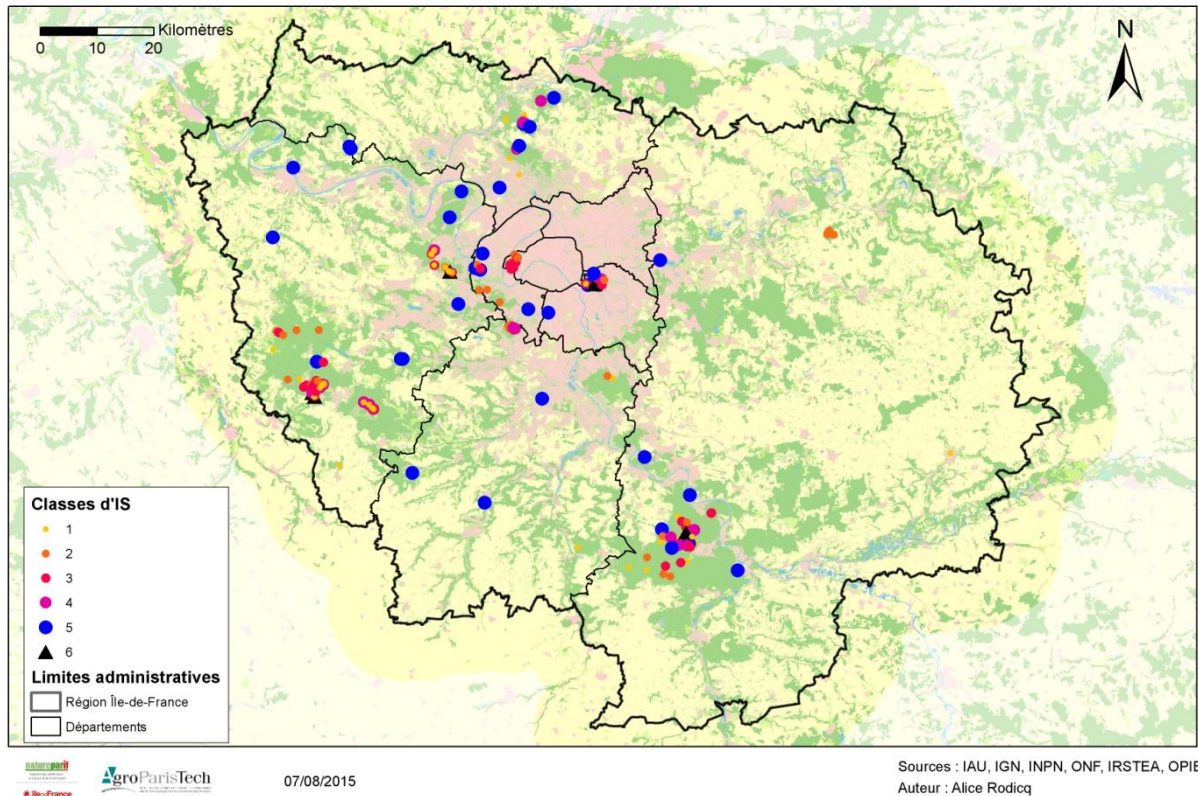


Figure 8: Localisation des relevés et classement selon la valeur d'Indice de Saproxylation

Les 271 points d'inventaire sont distribués de manière hétérogène sur le territoire de l'IDF, comme le montre la Figure 8, ils sont liés à l'effort d'échantillonnage qui est fait par les naturalistes. Les forêts de Rambouillet et de Fontainebleau sont très bien étudiées, il y a en revanche moins de données en forêt privée.

Une analyse en composantes principales réalisée sur R montre que les facteurs explicatifs de la distribution sont le nombre d'espèces appartenant à la liste de Brustel et le nombre total d'espèces sur le point d'inventaire. Une régression linéaire montre que ces 2 variables ne sont pas corrélées. Les détails de cette analyse effectuée sous R sont présentés en Annexe 11.

2.1.4.5 Conclusion

L'utilisation de ces données permet d'accorder de l'importance aux éléments plus ponctuels que les zones forestières, comme les gros arbres isolés, les haies, et les îlots en milieu agricole même si la localisation des relevés est très hétérogène. On remarque ainsi que ces petits éléments ont souvent un indice de saproxylation très élevé. Cela peut être dû à plusieurs facteurs, notamment la présence d'arbres têtards utilisés pour le bornage de la parcelle, mais aussi la sous-exploitation de ces îlots. L'approche par une liste d'espèces indicatrices hiérarchisées est plus robuste que de considérer seulement quelques espèces. Toutefois cette liste a été constituée sur la France entière, une étude spécifique à l'IDF rendrait les résultats plus pertinents.

Les coléoptères saproxyliques sont des indicateurs de bois mort, sans indiquer le mode de gestion pour autant, ils permettent d'avoir une information sur ce critère.

2.1.5 La naturalité potentielle

Les méthodes précédentes s'appuient sur des observations indirectes du terrain comprenant les ZTGB et le bois mort, toutefois les critères de taille de la forêt, de connectivité et d'ancienneté ne sont pas étudiés. L'analyse par Système d'information géographique (SIG) de la naturalité potentielle permet de s'intéresser à l'ensemble de ces données de contexte.

2.1.5.1 Définition

La naturalité potentielle est un concept développé par Lesslie et al. (1998), qui traduit la naturalité selon des indicateurs indirects, tels que la densité de population, la taille des forêts, l'ancienneté... Ces mesures indirectes de la naturalité permettent de l'estimer à grande échelle à partir un travail réalisé sur SIG.

2.1.5.2 Matériel

Les données utilisées sont celles issues des couches Ecomos (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France; Natureparif, 2008), habitat (Fernex, Lafon, & Hendoux, 2015), population (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques, 2010), et des bases de données Topo et Carthage (Institut national de l'information géographique et forestière, 2010), traitées sous le logiciel ArcGIS.

2.1.5.3 Méthode

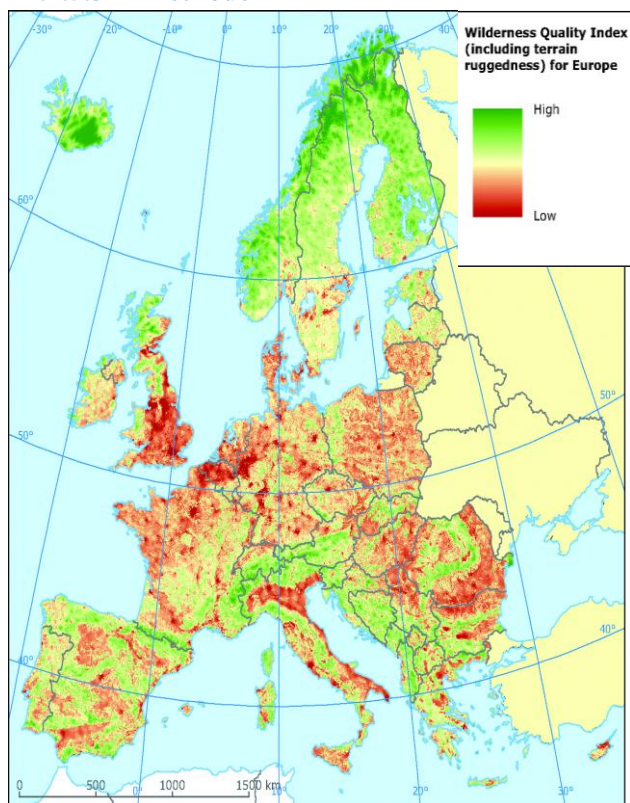


Figure 9 : Indice de naturalité potentielle à l'échelle européenne. Source : European Environment Agency

Une carte de la naturalité potentielle mondiale et européenne a été réalisée (European Environment Agency, 2012). L'IDF apparaît avec une naturalité potentielle très faible (Figure 9). Toutefois, en réalisant l'étude à une échelle plus fine telle que la région, on peut espérer distinguer des différences entre les forêts. Une telle étude a été réalisée sur le territoire de la Seine-et-Marne par Julien Cian (2013), dans le cadre de son mémoire de master en Télédétection et géomatique appliquées à l'environnement. La méthodologie développée a donné des résultats intéressants sur sa zone d'étude, résultats qu'il serait intéressant d'obtenir à l'échelle régionale, pour les comparer ainsi aux méthodes précédemment utilisées.

Pour apporter une dimension globale à l'étude réalisée pour Natureparif, j'ai donc appliqué les 6 critères sélectionnés par Cian lors de sa recherche bibliographique. Ces critères ont été notés de 1 (faible naturalité) à 5 (forte naturalité) selon la naturalité potentielle qu'ils expriment ; ils sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Critères de naturalité potentielle et niveaux attribués Cian (2013)

Note de naturalité	Surface du boisement	Proximité avec le prochain boisement	Population résidant dans un rayon de 10 km	Ancienneté de l'état boisé (Cassini)	Effet de lisière	Impact de la gestion
5	≥ 2 000 ha	< 100 m	< 77 177 hab	Boisement ancien	≥ 400 m	Boisement peu perturbé
4	400 à 2 000 ha	100 à 200 m	77 177 à 214 223 hab	//	100 à 400 m	//
3	40 à 400ha	200 à 500 m	214 223 à 451 708 hab	Boisement récent au contact d'un boisement ancien	50 à 100 m	Boisement moyennement perturbé
2	1,5 à 40 ha	//	451 708 à 901 135 hab	//	//	//
1	< 1,5 ha	≥ 500 m	≥ 901 135 hab	Boisement récent	< 50 m	Boisement très perturbé

Les critères ont été sommés de manière pondérée par la méthode de classification hiérarchique de SAATY comme suit :

$$\text{Naturalité potentielle} = (\text{Gestion}) * 0,388 + (\text{Ancienneté}) * 0,246 + (\text{Lisière}) * 0,180 + (\text{Surface}) * 0,108 + (\text{Proximité}) * 0,05 + (\text{Fréquentation}) * 0,027$$

2.1.5.4 Résultat

D'une manière générale, on peut dire des boisements franciliens qu'ils sont bien connectés entre eux, avec 97 % des boisements étant situés à moins de 100 m du plus proche voisin. Les surfaces sont très variables, mais on remarque la prédominance des grands boisements : 53 % de la surface forestière est composée de forêts de plus de 400 ha. La fréquentation potentielle impacte fortement les boisements, et on remarque une très nette influence de Paris et de la petite couronne.

La carte de la naturalité potentielle d’IDF est donnée ci-après en Figure 10, les cartes de chacun des critères sont données à titre informatif en Annexe 12.

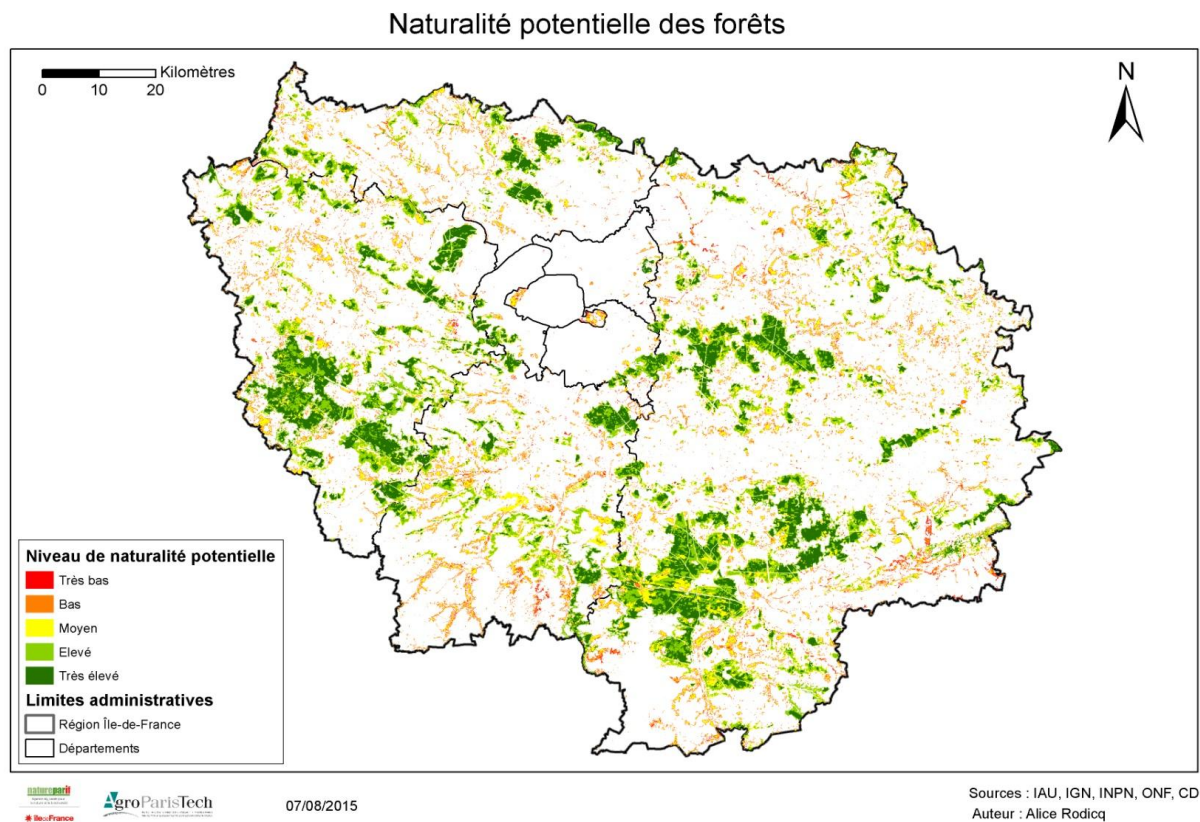


Figure 10 : Carte de la naturalité potentielle des forêts franciliennes

Le niveau de naturalité potentielle a été classé par la méthode de Jenks (1967). Le résultat est donc une hiérarchisation des forêts franciliennes entre elles et non pas une valeur absolue à comparer avec d’autres régions. On observe des forêts à très forte naturalité potentielle dans les cœurs de massifs, domaniaux et privés.

2.1.5.5 Conclusion

La naturalité potentielle permet de mettre en avant des zones de cœurs de forêts anciennes, peu impactée par les riverains, la gestion, et les infrastructures humaines. Ces zones seraient donc plus aptes à accueillir une biodiversité et un état boisé à fort caractère naturel.

L’ensemble des méthodes permettent de mettre en avant l’un ou l’autre des critères retenus de manière indirecte. On peut donc sélectionner les ZTGB visuellement, supposer la présence de bois mort debout et au sol pour les points d’inventaires dont l’indice de saproxylation est élevé, et caractériser les zones où l’ancienneté et la fragmentation sont moindres. Toutes ces méthodes conduisent à l’élaboration progressive d’une cartographie des zones de naturalité. Toutefois, ces critères se mesurent et se vérifient sur le terrain, c’est pourquoi une campagne de relevés est nécessaire.

2.2 Approche de la naturalité sur le terrain

Comme évoqué plus haut, la naturalité s’apprécie, sur le terrain, par des critères tels que la quantité de bois mort debout et au sol, la quantité de gros bois vivants et la présence de micro-habitats. Nous

avons donc procédé à des inventaires sur les zones de très gros bois (ZTGB) repérées précédemment pour évaluer nos indicateurs.

2.2.1 Echantillonnage

2.2.1.1 Choix de la méthode d'inventaire

Réaliser des inventaires en forêt permet de quantifier un peuplement et de qualifier son état. Il existe deux grands types d'inventaires, les inventaires en plein et les inventaires statistiques. Les inventaires en plein dénombrent de manière exhaustive toutes les tiges supérieures au diamètre précomptable de 17,5 cm. Cette méthode a une erreur inférieure à 5 % sur les mesures de volumes et les surfaces mais demande un temps de relevé important, elle est donc considérée optimale pour les forêts de moins de 100 ha. Dans le cas de zones d'étude supérieures à 100 ha, il est conseillé d'utiliser un échantillonnage statistique.

Vu que l'étude porte sur les forêts d'Île-de-France, nous utiliserons un inventaire statistique pour avoir une idée de l'adéquation entre nos observations et la réalité de terrain. Les placettes peuvent être de différents types : placette à surface fixe, placette à angle fixe, placette linéaire et placette Point-Centered Quarter Method (PCQM).

2.2.1.2 Plan d'échantillonnage

L'échantillonnage des zones repérées a été stratifié selon les types de structures qui ont été observées lors de la phase de photo-interprétation. En effet, une stratification permet de diminuer les coefficients de variation de mesures de terrain.

L'échantillon est constitué de 5 % du nombre de zones de très gros bois repérées par la photo-interprétation, prises aléatoirement dans chaque strate. Ces zones sont situées sur le Nord-Ouest de l'Île-de-France, en forêt publique comme en forêt privée.

Tableau 4: Plan d'échantillonnage

	Nombre de zones pré-repérage	Nombre de zones échantillonnées	Taux d'échantillonnage (%)
GB	124	6	4,84
TGB	206	10	4,85
TSF	34	4	11,8
TOTAL	364	20	5,49

2.2.2 Protocole

Le protocole de mesure retenu est celui des placettes PCQM (Mitchell, 2007), qui sont des placettes à surface variable permettant de bien rendre compte des attributs présents en faible quantité comme les TGB ou le bois mort debout, en prenant dans chaque quart de la placette l'arbre le plus proche du centre. (Bruciamacchie, communication personnelle). L'avantage d'utiliser ce protocole est également le temps de mesure, en effet lorsque la progression de l'utilisateur est aisée (absence de ronce notamment) on compte environ 8 minutes par placette soit 40 minutes au maximum pour une parcelle. Les attributs recensés par ce protocole sont :

- les bois morts debout : arbres morts sur pied dont le $D_{1,30\text{ m}}$ est supérieur à 27,5 cm
- les TGB : arbres vivants de plus de 67,5 cm de $D_{1,30\text{ m}}$.

Les mesures de bois mort au sol ont été réalisées par le protocole d'intersection linéaire, en relevant les individus entre 5 cm et 30 cm de diamètre à l'endroit d'intersection avec le transect. Ces mesures n'ont été réalisées que lors d'un cheminement sur deux entre les placettes.

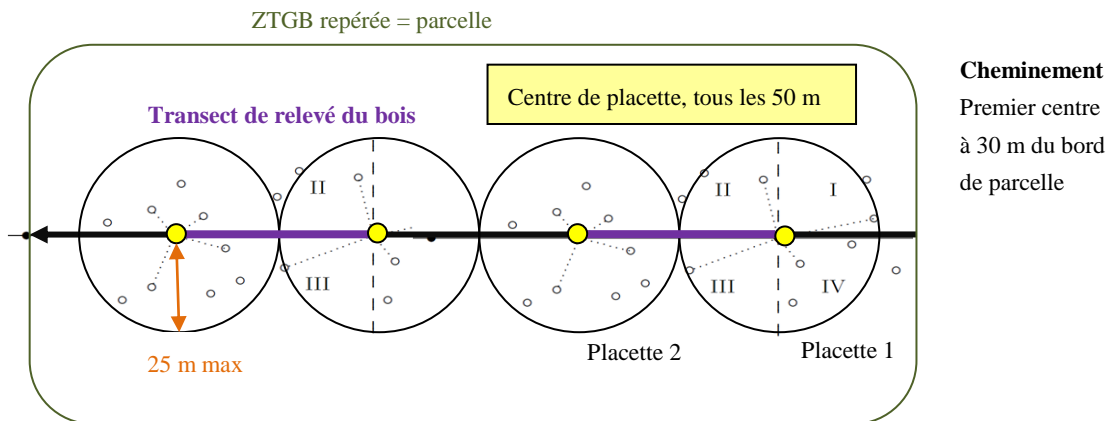


Figure 11 : Schéma du protocole de l'étude : PCQM et intersection linéaire

Le protocole plus précis, avec les formules de calcul et la feuille de saisie de terrain sont donnés en Annexe 13.

Pour l'ensemble des placettes d'une ZTGB, on remplit des critères globaux de localisation, de topographie, de peuplement (structures, strates, essences) ainsi que d'impact humain et de sylviculture. La structure globale (futaie à dominance de GB, TGB ou régime de TSF) est également notée, elle servira à vérifier celle proposée par photo-interprétation. On intègre aussi le sentiment de naturalité de l'observateur et un niveau de fréquentation.

2.2.3 Critères relevés

Par ce protocole, on aura calculé ou relevé, pour chaque parcelle :

- l'identifiant de la parcelle repérée (identifiant numérique unique) ;
- le nombre de placettes (numérique) ;
- la pente et l'exposition (pente en degrés; exposition par l'azimut de 0 à 400 grades) ;
- l'azimut du transect (de 0 à 400 grades) ;
- la structure observée sur le terrain (GB, TGB, TSF) ;
- la structure détectée par la photo-interprétation (GB, TGB, TSF) ;
- le nombre d'essences autochtones (selon la liste de Larrieu (2008)) ;
- la liste des essences autochtones (selon la liste de Larrieu (2008)) ;
- le nombre de strates hors herbacées (numérique) ;
- le nombre de gros bois mort debout (numérique) ;
- le nombre de milieux ouverts (numérique) ;
- le nombre de milieux rocheux (numérique) ;
- le nombre de milieux aquatiques (numérique) ;
- le volume à l'hectare de TGB (numérique) ;
- le volume à l'hectare de bois mort debout (numérique) ;
- le volume à l'hectare de bois mort au sol (numérique) ;
- le sentiment de naturalité (noté de 0 à 3) ;

- l'objectif apparent de gestion (accueil du public, production, chasse, naturalité si pas d'objectif visible) ;
- la fréquentation (notée de 0 à 3) ;
- la note d'IBP liée à la gestion (numérique) ;
- la note d'IBP liée au contexte (numérique) ;
- la note totale d'IBP (numérique) ;

Le protocole de terrain permet de mesurer l'ensemble des indicateurs de naturalité retenus. Ce protocole est léger (l'ensemble du matériel peut être porté par un observateur), rapide avec un temps moyen de 30 minutes par parcelle lorsque le cheminement est aisé et facilement reproductible. De plus, les critères relevés peuvent être utilisés pour calculer l'IBP une fois les données saisies, ce qui pourrait permettre une transcription des données IBP déjà réalisées (par le CRPF par exemple) en données de naturalité.

L'analyse d'images satellites et de photos aériennes permet dans un premier temps de connaître la ressource en gros bois sur l'ensemble de la forêt d'IDF, donnée actuellement indisponible en forêt privée. La naturalité étant due en partie aux ZTGB, cette carte permet de réaliser un premier filtre et de connaître la ressource du territoire.

Les méthodes d'identification se basant sur des relevés naturalistes déjà existants, comme celle développée ici pour les coléoptères saproxyliques, peuvent être des bonnes pistes pour connaître les critères de naturalité liés au sous-bois, comme la présence de bois mort et de micro habitats dans les arbres.

En dernier lieu la naturalité potentielle prend en compte la continuité spatiale et la continuité temporelle.

Toutes ces méthodes sont des méthodes indirectes d'indentification des îlots de naturalité. Il est important de vérifier que chacune d'entre elles est bien traduite par une réalité sur la parcelle, c'est pourquoi le protocole de terrain a été mis en place. Il permettra de valider ou non l'intérêt de chacune des méthodes pour connaître la naturalité des forêts franciliennes.

3 Analyse des résultats

Pour étudier les résultats, des analyses ont été conduites sous R (R Development Core Team, 2008) avec un seuil de confiance $\alpha = 5 \%$, sauf précision contraire. Le script est en Annexe 14. Le fait d'avoir seulement 20 parcelles étudiées sur le terrain entraîne un échantillon très faible sur lequel il est difficile de conclure, toutefois on peut penser que certaines tendances pourront se dégager des analyses.

3.1.1 Adéquation de la photo-interprétation et du terrain

Par la photo-interprétation, on cherche à identifier les zones où la ressource en TGB est présente. Les mesures sur le terrain permettent de vérifier si les structures repérées étaient en cohérence avec la réalité.

Le traitement statistique a permis de vérifier s'il y avait une adéquation entre les catégories repérées et la réalité de terrain. Le test exact de Fisher a été réalisé, étant donné que les contingents sont inférieurs à 5. La p-value est de 0,07822. Ceci permet de conclure que la classe affectée par photo-interprétation et la classe relevée sur le terrain sont corrélées, à un seuil de 10 % de confiance.

La structure observée sur le terrain est préférable à la structure photo-interprétée pour la suite des traitements sur les 20 placettes, étant donné que cela représente au plus juste la réalité de terrain et que la donnée est disponible. Toutefois, la structure photo interprétée est relativement bien corrélée à cette réalité du terrain, elle pourra donc la remplacer lorsque l'étude sera réalisée sur l'ensemble de la région.

3.1.2 Analyse des données de terrain

Pour avoir une idée de l'organisation générale des données issues du terrain, l'Analyse en Composantes Principales (ACP) peut donner une première approche et faire ainsi apparaître les corrélations entre les facteurs numériques. Les variables qualitatives ont été mises en variables explicatives, ne pouvant entrer dans l'ACP.

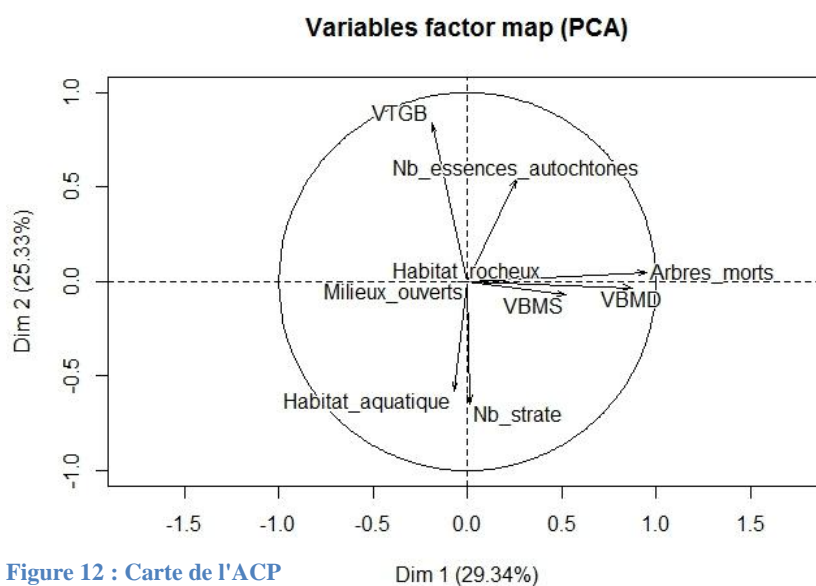


Figure 12 : Carte de l'ACP

Les dimensions 1 et 2 expliquent près de 45 % de la variabilité dans les données. La première dimension (29 %) est portée notamment sur le volume de bois mort debout et sur le nombre d'arbres morts debout de plus de 27,5 cm de $D_{1,30}$ m. La forte corrélation entre ces 2 variables est bien compréhensible, plus il y a de bois mort debout, plus le volume de bois mort debout est élevé. La seconde dimension est fortement corrélée au volume de TGB. Les dimensions 3 et 4 (non représentées sur la Figure 12) sont fortement corrélées

respectivement aux milieux aquatiques et au nombre d'essences. Avec ces 4 dimensions, on explique près de 83 % de la variabilité des données.

La projection des individus sur la carte de l'ACP montre que l'individu 8 est fortement lié à l'axe 1. Cet individu a une valeur de volume de bois mort debout très élevée (22 m³ alors que la médiane se situe à 0,2 m³/ha). En projetant les individus par variable explicative, on remarque que la structure terrain fait apparaître des groupes plus homogènes que les autres (fréquentation, naturalité, objectif). On va donc en premier lieu vérifier s'il y a des corrélations entre la structure observée sur le terrain et les volumes de bois mesurés.

La Figure 13 montre les différences entre les 3 structures de terrain sur les paramètres de volume de bois mort au sol, mort debout, VTGB et IBP. Les statistiques réalisées sur R montrent que seul le VTGB est significativement différent entre les 3 structures. Les comparaisons deux à deux valident une différence entre les structures GB et TGB, en revanche on ne peut conclure de manière certaine sur le TSF.

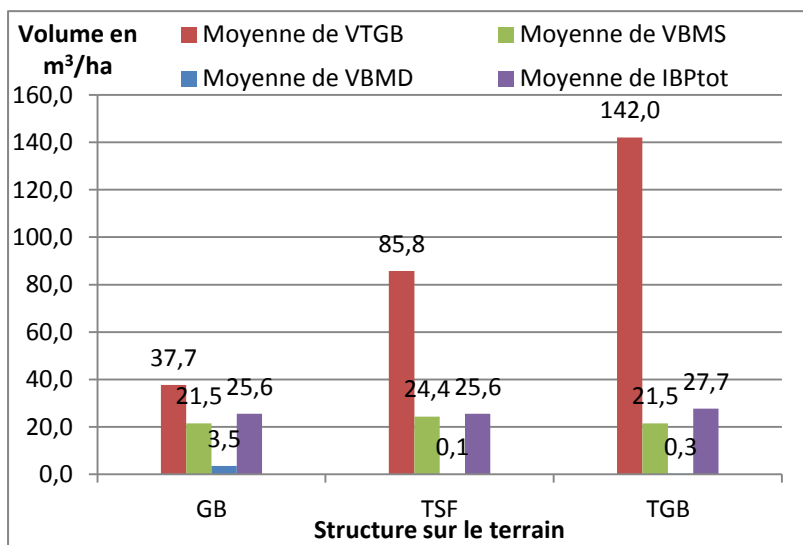


Figure 13 : Volumes de bois mesurés sur le terrain selon les structures de terrain observées

Les autres variables ne sont pas significativement différentes entre les 3 structures.

Les mêmes traitements statistiques ont été réalisés pour la naturalité, le niveau de fréquentation et l'objectif de gestion. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5: Variables explicatives des volumes de bois mesurés sur le terrain

	Naturalité ressentie	Objectif de gestion	Fréquentation
VTGB	Non	Non	Non
Volume de bois mort debout	Oui, p-value = 0,02962 Différence entre naturalité très forte et faible	Non	Non
Volume de bois mort au sol	Oui, si seuil à 10 %, p-value = 0,05328 Différence entre naturalité très forte et faible	Non	Non
IBP	Oui, p-value = 0,00940 La naturalité forte se démarque des autres niveaux	Oui, si seuil à 10 %, p-value = 0,06284 Différence entre accueil du public et production	Non

Seul les niveaux extrêmes de naturalité ressentie influent sur les volumes de bois mort, debout et au sol, et l'IBP. Il est normal que le VTGB ne soit pas corrélé à un autre facteur que la structure de terrain, étant donné que l'on a justement sélectionné des zones riches en TGB.

Ces analyses montrent que :

- La photo-interprétation permet de trouver les zones de très gros bois et les 3 classes définies plus haut se retrouvent sur le terrain avec des VTGB plus faibles dans les structures de GB que dans les TGB ;
- La naturalité de la parcelle est une variable explicative des volumes de bois mort au debout et au sol, et de l'IBP ;
- Les différents objectifs de gestion n'ont pas d'effet sur les volumes de bois mort au sol et volumes de bois mort debout.

D'autre part, nos valeurs de volume de bois mort au sol et volume de bois mort debout sont très inférieures aux chiffres de l'IGN (2014), qui a relevé respectivement 17,5 m³/ha et 8 m³/ha en Île-de-France. Il faudra donc veiller à comparer nos résultats avec des études ayant des protocoles identiques.

3.1.3 Dire d'experts et photo interprétation

Sur les 87 îlots connus à dire d'experts, 10 se trouvent dans la zone qui a été photo interprétée. A l'exception d'une réserve biologique dirigée dans la forêt domaniale de Montmorency, tous ont été identifiés comme ZTGB lors de la photo-interprétation. Cette bonne adéquation montre que les omissions qui auraient pu être faites sont globalement faibles.

3.1.4 L'Indice de Saproxylation, un indicateur efficace pour repérer les ZTGB

L'utilisation des données d'inventaires de coléoptères saproxyliques a pour but de nous aider à identifier les ZTGB. On a donc croisé l'indice de saproxylation calculé pour chaque relevé ponctuel avec la structure observée par photo-interprétation.

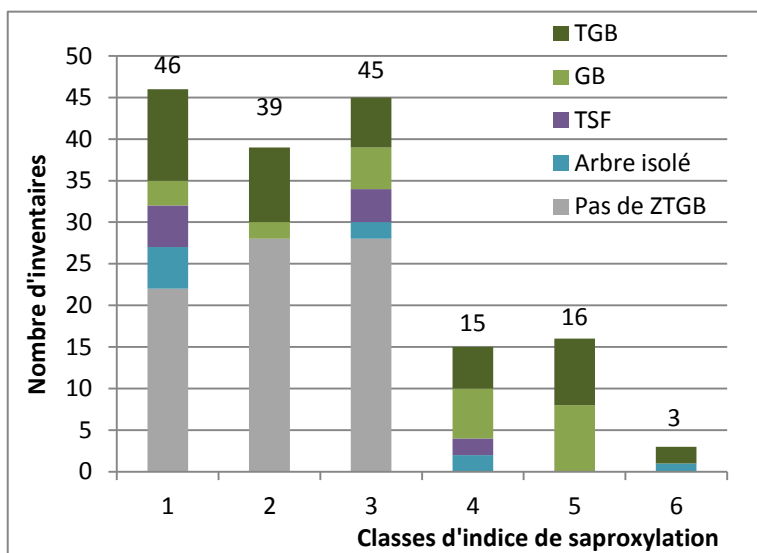


Figure 14 : tableau des effectifs en zones de gros bois ou non selon les classes d'indices des inventaires de coléoptères saproxyliques

Pour les valeurs d'indice de saproxylation les plus basses (1 à 3), on remarque que les points sont en dehors des ZTGB ou des gros arbres isolés dans 60 % des cas. En revanche, les classes d'indice de saproxylation de 4 à 6 renvoient systématiquement sur un gros arbre isolé ou une ZTGB. Un test statistique d'indépendance du χ^2 renvoie une p-value de $3,69 \cdot 10^{-8}$ ce qui montre que la classe d'indice de saproxylation et la présence d'une zone de TGB sont fortement corrélées.

3.1.5 Naturalité potentielle

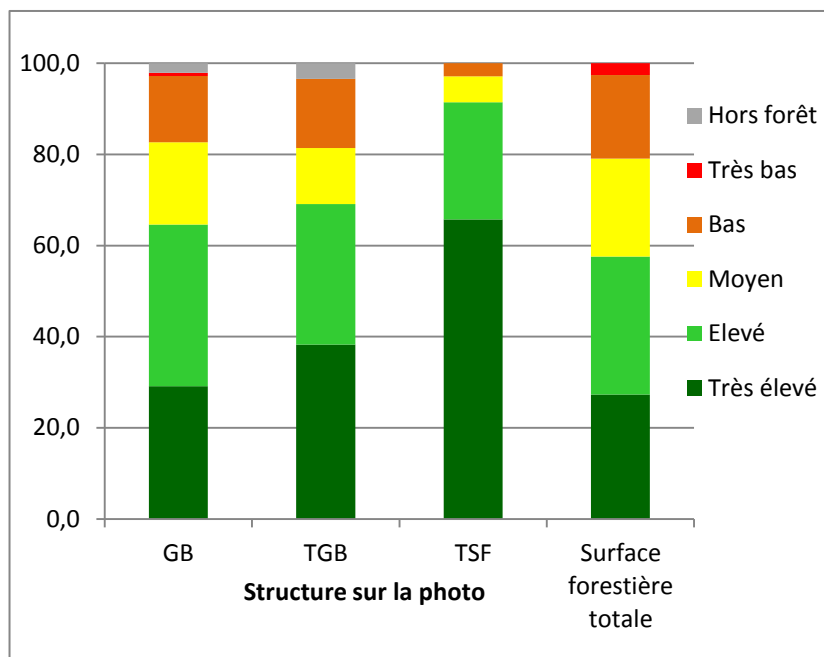


Figure 15 : Comparaison du niveau de naturalité potentielle des îlots identifiés et de la surface forestière régionale

Au moins 65 % des îlots de chaque classe de structure sont dans une zone de naturalité potentielle élevée à très élevée. Ces valeurs sont supérieures au pourcentage de forêts dans chacune des classes, comme le montre la Figure 15. Cela montre que les ZTGB identifiées sont dans des zones à forte naturalité potentielle.

3.1.6 Une identification des zones de très gros bois possible, doute pour les îlots de naturalité

La photo-interprétation permet de repérer efficacement les ZTGB à partir d'une analyse à distance. Ceci constitue un premier filtre pour approcher la naturalité. Dans ces ZTGB, la naturalité ressentie, les objectifs de gestion et les valeurs des volumes de bois mort debout et volumes de bois mort au sol sont très différents.

Seul le sentiment de naturalité estimé sur le terrain est fortement corrélé aux mesures de volume de bois mort debout, volume de bois mort au sol et IBP. Une analyse discriminante par la fonction lda montre que le sentiment de naturalité serait lié au volume de bois mort au sol et volume de bois mort debout comme suit : $\text{Naturalité} = 0,07738688 * \text{volume de bois mort debout} + 0,05434874 * \text{volume de bois mort au sol}$. La cartographie des îlots de naturalité nécessiterait donc une visite de terrain pour mesurer et valider les indicateurs de naturalité direct.

L'utilisation des données d'inventaires de coléoptères saproxyliques peut être une piste de recherche intéressante. En effet, les points d'inventaires dont l'indice de saproxylation ≥ 4 ont permis de mettre en avant les zones de très gros bois. Par manque de temps ces sites n'ont pas fait l'objet d'une visite de terrain, on peut toutefois émettre l'hypothèse qu'ils reflètent une forte naturalité.

La naturalité potentielle est quant à elle un bon indicateur du passé de la parcelle, de sa situation et de sa gestion. Dans le cadre de la mise en place de nouveaux IVB, ils pourront être placés préférentiellement dans les zones ayant un niveau élevé à très élevé.

3.1.7 La fréquentation des forêts naturelles

Les données de sentiment de naturalité et de fréquentation ont été croisées. Il n'y a pas de relation significative entre ces deux variables, toutefois on peut noter que les parcelles à fort et très fort

sentiment de naturalité sont fréquentées. Les 6 îlots ayant une faible fréquentation sont des forêts difficiles d'accès, par la présence de grillage ou de panneaux d'interdiction d'entrer dans la parcelle ou encore par un enclavement dans une matrice agricole, rendant l'îlot loin de tout chemin piéton. On a pu remarquer que la seule parcelle exprimant un sentiment de naturalité très fort était une parcelle très fréquentée.

Tableau 6 : Tableau des contingents des îlots selon le sentiment de naturalité et la fréquentation

Naturalité \ Fréquentation	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Total
Faible	1	3	1	1	6
Moyen	1	1	2	1	5
Fort	4	0	0	4	8
Très fort	0	0	0	1	1
Total	6	4	3	7	20

Pour la suite de l'étude, il est donc conseillé de repérer toutes les ZTGB par photo-interprétation, méthode corroborée par les relevés de terrain. Les relevés de coléoptères d'indice de saproxylation élevé sont également des bons indicateurs de ces zones. Les critères de bois mort au sol et de bois mort debout mesurés sur le terrain n'ont pas encore pu être reliés à cet indicateur, faute de données terrain à ces points. On peut espérer que la campagne de terrain spécifique aux points d'inventaires de coléoptères permettra de faire un tel lien. La carte de la naturalité potentielle (Figure 10), ou chacune des cartes des 6 étapes (Annexe 12), apportent les informations pour remplir les critères de continuité spatiale.

Ces éléments servent à établir peu à peu une cartographie des zones à forte naturalité, intéressantes pour une trame.

Parmi les 20 parcelles visitées lors de la phase de terrain, on a pu observer des différences dans le sentiment de naturalité, les objectifs de gestion ou encore la fréquentation. Sur notre échantillon, la naturalité est fortement corrélée aux volumes de bois mort au sol et volumes de bois mort debout, mais n'a pas de lien avec ce qui apparaissait comme l'objectif de gestion. La fréquentation de ces parcelles est elle aussi déconnectée des différentes variables, on note la présence de visiteurs tant dans les forêts à fort sentiment de naturalité que celles plus faibles.

La fréquentation de l'ensemble des parcelles, sauf celles inatteignables (clôture, interdiction écrite, ou isolement) est une des conséquences de la forte concentration urbaines alentour. Nous allons étudier les enjeux induits sur les îlots de naturalité par cette pression humaine, typiquement liée au contexte périurbain.

4 Enjeux périurbains dans les forêts à fort caractère naturel

Les forêts à fort caractère naturel ont un intérêt tout particulier pour la biodiversité, créant ainsi des zones où les cycles de développement des espèces peuvent être complets, tant pour les végétaux que les animaux. La composition forestière sera sujette à une dynamique naturelle et on pourra voir différents stades de développement, de la colonisation au climax avec les dryades ainsi que l'effondrement. Toutefois, de telles forêts en contexte urbain et périurbain sont rares. Les pressions qui

pèsent classiquement sur les forêts à forte naturalité seront encore plus présentes, et se déclineraient en risques et opportunités.

4.1 Le foncier

Face à la pression de l'urbanisation qui vient miter le foncier forestier, à la fragmentation qui diminue sa connectivité et à la forte exploitation des gros bois, il est important de sécuriser le statut foncier des îlots de naturalité en IDF pour garantir une trame de vieux bois fonctionnelle à long terme.

4.1.1 Menaces sur la forêt et les îlots de naturalité

4.1.1.1 La pression foncière

La pression foncière est souvent une des premières menaces évoquées sur les milieux agricoles et forestiers en zones périurbaines, notamment en IDF. Avec des chiffres tels qu'un département français urbanisé tous les 7 ans à l'échelle de la France, la destruction des milieux agricoles et naturels est ancrée dans la pensée collective. Toutefois, le suivi de l'urbanisation francilienne montre que la pression est beaucoup plus forte sur les milieux agricoles que sur les milieux forestiers (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France, 2011). Après une légère augmentation sur la période 1996-2000, la surface de ces derniers aurait légèrement diminué de nouveau avec une moyenne de -22 ha/an (sur la période 2000-2007, les espaces agricoles étant à - 790 ha/an). Cette pression foncière a surtout lieu en bordure de village et bourgs de la grande couronne, mais a été plutôt bien encadrée depuis le Schéma Directeur de la Région Île-de-France de 1994 (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France, 1994).

4.1.1.2 La fragmentation par les infrastructures

La proximité du milieu urbain et de forte concentration d'activités humaines amène la création d'infrastructures de transport, toujours plus nombreuses. Autoroutes et voies de chemin de fer convergent vers Paris au centre de l'IDF, en traversant milieux agricoles et forestiers. Ces infrastructures de transport sont très utilisées en IDF avec un trafic important, même sur les routes départementales, ce qui rend le franchissement totalement impossible pour les espèces animales. La fragmentation pèse beaucoup sur la fonctionnalité écologique forestière et les passerelles à gibier ne sont pas présentes en nombre suffisant, isolant ainsi des parties de massifs en des entités bien distinctes. À titre d'exemple, la forêt de Fontainebleau est traversée par l'Autoroute 6, une voie de chemin de fer et de nombreuses départementales très fréquentées (Dorst, 1999).

4.1.1.3 Les gros bois, une ressource recherchée

Sécuriser le foncier et la connectivité des îlots de naturalité en forêt francilienne est important, mais encore faut-il garantir la pérennité de ces îlots de naturalité. En effet, les îlots de naturalité sont par définition riches en gros bois. Vu certaines stations fertiles que l'on peut trouver en IDF, on rencontre parfois des gros bois de bonne qualité (A ou B). Il est important de rappeler que la forêt reste une ressource économique par la vente de bois. Les mercuriales de prix, tarifs de vente des arbres selon leur diamètre et leur qualité, sont globalement très favorables aux gros à très gros bois (GTGB) de bonne qualité, il faut donc faire attention aux régimes d'exploitation dans les ZTGB à fort caractère naturel, pour qu'elles ne soient pas exploitées dans une vision purement économique.

4.1.2 Sécuriser le foncier forestier et pérenniser les îlots de naturalité

4.1.2.1 Quand le privé devient public : l'achat par l'AEV

La pérennité des espaces de nature est une des missions de l'AEV. Cette agence régionale gère les forêts régionales et dispose également de droits de préemption pour acquérir les terrains. En effet, l'acquisition foncière est une des manières les plus simples de garantir l'usage des terrains. Les droits de préemption ne sont pas propres à l'AEV mais délégués par la SAFER et les conseils départementaux au titre de l'acquisition pour la politique Espaces Naturels Sensibles (ENS). Toutefois cette acquisition est très longue étant donné le morcellement de la propriété privée, de plus elle se fait uniquement dans les zones de PRIF, zones définies en accord avec la région et les collectivités concernées. Il faut plus de 10 ans pour acquérir une zone cohérente de quelques hectares, la déclaration d'utilité publique et l'expropriation étant utilisées en dernier recours. Les prix de terrains forestiers à l'intérieur d'un PRIF varient de 0,3 à 30 €/m² (Françoise Vandeputte, communication personnelle) ce qui représente une part du budget importante de l'agence.

4.1.2.2 Des protections réglementaires, surtout pour la forêt publique

En forêt privée comme en forêt publique une protection par un règlement garantit des pratiques de gestion ou d'usage.

4.1.2.2.1 Les espaces boisés classés

La protection au titre d'espace boisé classé, statut définit dans le Plan Local d'Urbanisme d'une commune, empêche le défrichement et le changement d'usage du sol. Cet outil est intéressant pour pérenniser la vocation forestière ou du moins végétalisée. Dans le cas des îlots de naturalité, ce statut ne permet pas d'éviter la coupe de bois, celle-ci étant possible sans autorisation dans le cas des arbres dangereux et des bois morts. C'est donc une protection réglementaire partielle pour notre étude.

4.1.2.2.2 Les IVB

Les IVB (0,5 à 5 ha) sont présents dans les documents de gestion des forêts publiques. Ils garantissent un arrêt d'exploitation (sénescence) ou un dépassement de la maturité avant exploitation (vieillesse) et sont maintenant obligatoires par l'instruction du 29 octobre 2009. Ce document fixe pour objectif d'ici 2030, à l'échelle d'une Agence, 1 % de la surface de l'agence en îlots de sénescence et 2 % en îlots de vieillesse. Ces îlots de vieux bois seront complétés d'un arbre mort ou sénéscent debout par hectare et deux très gros bois ou arbres à cavités visibles par hectare. En forêts de collectivités dont le gestionnaire est l'ONF, ces chiffres seront recommandés lors de l'aménagement mais la décision de la mise en place ou non reviendra au propriétaire. Cette mesure nous intéresse directement dans le cadre de l'étude actuelle, étant un statut intéressant pour pérenniser ou créer des îlots de naturalité.

4.1.2.2.3 Les réserves

Les statuts de réserve biologique intégrale et réserve biologique dirigée en forêts publiques, hors forêts communales, sont une protection réglementaire, interdisant l'exploitation, le changement d'usage du sol et l'abattage, même des arbres dangereux sauf en bordure de chemin. Les réserves biologiques intégrales et dirigées sont régies par des ordonnances de l'ONF mais aucun outil juridique ou réglementaire précis n'existe à ce jour. Le projet de loi relatif à la biodiversité devrait permettre de faciliter leur création, leur gestion et leur pérennité en ne les remettant pas en cause à chaque aménagement (2014). Cet outil est le plus intéressant pour obtenir des îlots de naturalité de grande taille mais n'est pas applicable en forêt privée.

4.1.2.3 Un outil contractuel pour tous : Natura 2000

Des mesures financières incitatives ont été mises en place via la politique Natura 2000. Cela est possible pour les forêts, privées et publiques, incluses dans le périmètre d'une zone Natura 2000 comprenant les habitats ou les espèces-cibles précisées par arrêté.

Les contrats F22712 (issus du FEADER) engagent le propriétaire à conserver les arbres sénescents sur une durée de 30 ans, soit de manière isolée soit en îlot de plus de 0,5 ha. L'arrêté prévoit un montant compensatoire pour l'arrêt d'exploitation, défini selon l'essence et le diamètre et allant jusqu'à 2000€/arbre. Sur les 34 sites Natura 2000 de la région IDF, seulement 3 ont souscrit à cette mesure (La Bassée, Les Boucles de Marne, la vallée de l'Epte). Ce nombre de contrats est relativement faible, sachant que les mesures Natura 2000 concernant l'entretien des milieux ouverts sont contractualisées dans quasiment tous les sites.

Dans le but de pérenniser des vieux bois ou des bois à micro-habitats hors forêts, notamment en haies ou en ripisylve, la mesure F22705 prévoit des dédommagements pour l'émondage et la taille en têtard entre autres. L'aide peut aller jusqu'à 100 €/arbre pour une taille en têtard.

Ces mesures financières proposées par Natura 2000 sont intéressantes car elles permettent de rémunérer le propriétaire d'un îlot de naturalité pour le manque à gagner et les services écosystémiques. Toutefois, elles sont très restrictives, ne s'appliquant que sur les zones Natura 2000, zones couvrant seulement 8 % de l'IDF.

4.1.2.4 Valoriser par une rétribution financière

4.1.2.4.1 Un paiement pour services écosystémiques

Les îlots de naturalité apportent des services écosystémiques (par la préservation de la biodiversité, la réalisation du cycle du carbone, l'infiltration de l'eau par exemple (Millenium Ecosystem Assesment, 2001)) et une approche pour paiement des services environnementaux (PSE) peut être envisagée. L'approche PSE revient à estimer les bénéfices indirects générés par une pratique de gestion. Ici, la conservation des stades matures et de la biodiversité associée seraient récompensées par un versement incitatif, égal au coût pour l'homme de réaliser ces services par d'autres moyens. Par exemple, le traitement des eaux de la ville de New York par une usine coûterait 10 milliards d'euros d'investissement. La plantation d'une forêt amenant une qualité au moins égale à celle d'une usine de traitement coûte 2 milliard d'euros. On peut envisager un PSE à hauteur de 8 milliards d'euros pour cette forêt.

4.1.2.4.2 Compenser le manque à gagner

Une autre méthode pour estimer la valeur d'un îlot de naturalité peut être approchée par le manque à gagner pour le propriétaire de transformer une parcelle telle qu'elle est exploitée actuellement en îlot de sénescence. Un mémoire de fin d'études (Biache, 2009) a évalué un manque à gagner de 3500 à 5000 € par hectare en hêtraie chênaie peu productive en Alsace, en utilisant la méthode du FEADER.

La sécurisation du foncier forestier et la transformation d'une parcelle en îlots de naturalité peut se faire grâce à plusieurs outils. Les forêts publiques sont celles ayant un éventail de choix des statuts de protection le plus large (réserve biologique intégrale, réserve biologique dirigée, îlots de vieillissement et îlots de sénescence) et également des objectifs de surface classée à atteindre. Les forestiers privés ne sont qu'incités à créer et maintenir des îlots de naturalité, leur statut n'étant pas acté dans les documents de gestion. Un système de paiement est alors incitatif, couvrant ainsi le

manque à gagner pour la non-exploitation ou rétribuant les bénéfices issus de la non-gestion. L'approche par le manque à gagner est la plus palpable et la plus facile à calculer, toutefois, elle est très peu utilisée et les paiements compensatoires Natura 2000 sont bien en-dessous du manque à gagner calculé. La dernière solution pour garantir le maintien d'un usage forestier et d'un îlot de naturalité est l'achat du terrain par une collectivité ou un organisme associé à la région, l'AEV en IDF. Le terrain pourra alors être classé à son tour.

4.2 Le développement d'une filière spécifique en circuit court

4.2.1 Etat de la filière bois en Île-de-France

La filière forêt bois francilienne, selon les nomenclatures NAF, employait 11 200 personnes en 2012 (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques, 2012). Il est important de préciser que 80 % d'entre elles sont employées dans des sièges nationaux ou ont leur activité domiciliée en IDF sans pour autant exercer dans la région. La filière régionale compte en fait très peu de salariés et d'entreprises, notamment dans la première transformation.

En effet, bien que les volumes récoltés restent importants, on compte moins de 10 scieries en IDF (contre 50 en 1980). Le bois récolté est exporté hors de la région vers les départements voisins dès son exploitation pour y être scié et transformé. Les raisons avancées sont les surfaces de grande taille nécessaires pour cette activité et les nuisances (sonores et olfactives) qui y sont liées. De plus la ressource exploitée, résidus des dégâts des tempêtes et GTGB de feuillus, est peu adaptée aux installations et à la demande. Le secteur de la seconde transformation existe néanmoins grâce à la construction bois, en forte augmentation ces dernières années, mais les volumes transformés restent très inférieurs à la moyenne nationale et ne permettent pas de structurer la filière.

4.2.2 La filière bois énergie, une menace pour la naturalité

Depuis le Grenelle de l'environnement (Grenelle Environnement, 2007) et la stratégie du Schéma régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie, 2012) on prévoit en IDF une forte augmentation de l'utilisation du bois énergie pour le chauffage collectif et individuel, reconnu comme énergie renouvelable très faiblement émettrice de gaz à effet de serre. Ce schéma s'est accompagné par la promotion des chaufferies à biomasse en IDF, la région en comptant actuellement 33 en fonctionnement (consommant 77 000 t/an) et en prévoit 11 supplémentaires qui consommeraient 87 000 t/an supplémentaires. A l'horizon 2020, on table sur une consommation de 700 000 t/an dont plus du quart seraient produits régionalement (Inddigo, 2012).

Ce débouché de bois énergie peut être intéressant pour les exploitations des îlots de vieillissement, où les arbres récoltés après leur exploitabilité peuvent être de faible valeur économique, toutefois on a un conflit d'usage entre la volonté d'une trame d'îlots de naturalité avec du bois mort au sol et bois mort debout et l'approvisionnement de la filière biomasse. Les ressources utilisées pour les chaufferies à biomasse sont principalement les bûches et les rémanents de coupes, idéalement laissés en sol pour garantir le bouclage du cycle du carbone et une forêt à fort caractère naturel. Plusieurs rapports nationaux et régionaux proposent d'ailleurs de réduire les objectifs de la filière biomasse et de ne pas en faire une priorité dans la stratégie sylvicole régionale et nationale (Attali, 2013) (Omont, 2012).

4.2.3 Le développement d'une filière gros bois, en cohérence avec la naturalité

Les gros à très gros bois de feuillus sont la ressource la plus présente en IDF, ces produits étant menés historiquement pour la production de bois d'œuvre et de marine, très fortement valorisables. Avec l'ouverture du marché et les nouvelles techniques de sciage et de construction, on a remarqué un

virage dans la demande des bois en scieries, les BM de résineux, homogènes et produits en grands volumes sont plus recherchés. Bien que très valorisables en théorie, les GTGB sont peu valorisés, ni par les usages et ni par les prix constatés, pourtant ils sont nécessaires à la forêt à plusieurs titres, comme le souligne le rapport Pro Silva France (Pro Silva France, 2012).

Bien qu'étant une ressource hétérogène, des gros bois de bonne qualité bien répartis dans le temps (par la pratique de la futaie irrégulière ou par la rotation des parcelles) garantissent un bon revenu économique. D'autre part, ces produits présenteraient des opportunités technologiques grâce à leur grande qualité de bois.

Le développement de cette filière des gros bois serait très intéressant pour les forêts franciliennes à l'heure actuelle et également un moyen de valorisation pour les îlots de vieillissement une fois la maturité dépassée.

4.2.4 Une opportunité de circuit court

La filière bois se structure peu à peu en IDF, avec le concours de Francilbois, l'interprofession du bois régionale, créée en 2004. D'une part, la région est productrice de bois, en capitalisant 50 % de l'accroissement annuel avec de forts volumes de GTGB et de taillis vieillis. La ressource pour la biomasse et le bois d'œuvre sont donc a priori bien présentes, et la région ne présente pas de problème quant à l'exploitation physique des arbres. D'autre part, l>IDF rassemble 20 % de la population nationale, population nécessitant logements et chauffage. La demande et la ressource sont donc bien présentes mais ne se rencontrent pas.

Dans un tel contexte de proximité et de produit à forte valeur, la mise en place de circuits courts apparaîtrait comme une solution durable, évitant ainsi des transports et favorisant l'économie locale. Un tel circuit court existe déjà dans des circuits non officiels, 30% de l'accroissement des derniers 25 ans ayant été auto consommés pour le chauffage. La création de circuits courts pourrait être intéressante également pour le bois d'œuvre, entre particuliers ou promoteurs sur la région, qui s'approvisionneraient localement. L'association du Réseau pour les Alternatives Forestières propose des conseils et de la documentation sur le montage de projets de bois en circuits-courts (Réseau des alternatives forestières pour une forêt vivante et habitée, 2014).

Les orientations forestières régionales et le PPRDF axent les pratiques vers une augmentation du bois énergie et une amélioration de la filière de bois d'œuvre. Une forte augmentation du volume de bois énergie peut créer des tensions sur les usages, notamment une compétition avec le bois d'œuvre et fortement impacter la naturalité. A terme l'approvisionnement des chaufferies construites et en projet nécessiterait plus que l'accroissement actuel régional et impliquerait la récolte des rémanent et bois morts debout, faisant ainsi chuter fortement la naturalité des forêts. Toutefois, bien que la naturalité s'exprime par l'absence de gestion, on ne peut pas dire qu'elle soit totalement incompatible avec la sylviculture, notamment lorsque l'on pense aux îlots de vieillissement, où on laisse la naturalité s'installer pendant un temps puis on procède à une exploitation progressive de la parcelle.

4.3 L'accueil du public et la biodiversité

Dans un contexte aussi urbanisé que l'Île-de-France, la demande sociale en espaces de récréation est forte, ce qui se traduit par une très forte fréquentation des forêts. Cette fréquentation a lieu tant en forêt publique que privée. Il est donc important de comprendre quelles sont les modalités de l'accueil du public pour pouvoir les orchestrer au mieux avec les objectifs de conservation de la biodiversité.

4.3.1 Tour d'horizon des pratiques

4.3.1.1 En Île-de-France

4.3.1.1.1 Forêt publique

Les réserves biologiques en forêts publiques sont les formes les plus proches de ce que nous avons défini comme îlots de naturalité. Ces réserves, créées par arrêté interministériel depuis plus de 30 ans, sont en augmentation progressive. Elles ont un objectif uniquement environnemental, la multifonctionnalité forestière (production de bois, accueil du public, environnement) est abandonnée. A ce titre l'accueil du public n'est pas souhaité et même interdit.



Figure 17 : Panneau indiquant l'entrée d'une réserve biologique intégrale à Fontainebleau. "Ne pénétrez pas dans la Réserve Biologique Intégrale, espace naturel protégé sans intervention humaine. Danger." © M. Rosier



Figure 16 : Panneau indiquant l'entre d'une réserve biologique dirigée à Fontainebleau. Recommandations sur la tenue des chiens en laisse et la cueillette. © M. Rosier

On peut toutefois noter quelques contradictions entre cette mise sous cloche et les objectifs et pratiques.

En premier lieu, certains arrêtés de réserve biologique intégrale (Notamment le Chêne Brûlé et le Gros Fouteaux à Fontainebleau) annoncent que « les objectifs secondaires sont l'accueil et la sensibilisation du public, à la faveur des itinéraires balisés traversant la réserve ». Ces sentiers (notamment le GR1) ainsi que des routes départementales n'ont pas été déviés à la création des réserves car il n'y avait pas d'itinéraire équivalent possible. Leurs abords sont sécurisés par l'élagage et l'abattage d'arbres. La présence du public n'étant pas souhaitée, aucune installation de sensibilisation ou d'éducation à l'environnement n'est mise en place. La sensibilisation du public évoquée dans l'arrêté est portée par la publication et la diffusion des études scientifiques qui auront été faites dans ces réserves.

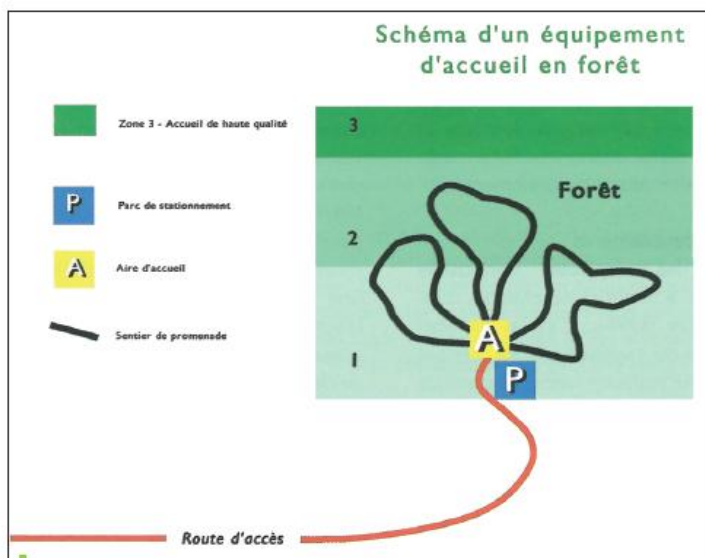


Figure 18 : Schéma standard d'un équipement d'accueil en forêt.

Zone 1 : Zone d'accueil.

Zone 2 : Zone intermédiaire.

Zone 3 : Coeur de la forêt.

© T. Moigneu 2012

Les autres zones de forêts, non classées en réserve biologique, sont organisées de manière concentrique (Figure 18). Ce mode d'aménagement du massif se fait progressivement depuis le programme Urban Woods for people (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004)

Le cœur de forêt est exempt de chemin pour le préserver de la fréquentation du public. La fréquentation est faite depuis la périphérie vers le centre en proposant plusieurs sentiers qui donnent à voir des paysages différents, mais de valeur écologique plus faible que le cœur de forêt.

4.3.1.1.2 Forêt privée

En forêt privée, les îlots de naturalité sont peu connus, et ceux qui ont pu être identifiés sur le terrain se trouvent en général dans des îlots forestiers en bordure de champs voire d'habitations. On a pu noter dans chaque cas une fréquentation du public avec la présence de sentiers, auto-entretenus par le passage humain. Cette fréquentation ne semble pas se faire à l'intérieur du peuplement, mais uniquement sur les sentiers. On peut comprendre que les îlots de naturalité soient des lieux prisés pour la promenade, en effet le sous-bois est moyennement dense car les houppiers diminuent la luminosité et le bois mort au sol offre une belle image de nature.

Pour les propriétaires forestiers privés, l'accueil du public en soi est un problème étant donné le risque de mettre leur responsabilité en jeu, par la présence de bois mort et d'arbres sénescents.

En IDF, l'accueil du public est subi, surtout en forêt privée. Il n'est pas désiré, tant pour les impacts sur le milieu forestier que pour les risques encourus. Cela est d'autant plus vrai dans les îlots de naturalité, hauts-lieux de biodiversité et à la fois plus dangereux potentiellement. On note, tant en forêt publique que privée, une volonté d'éloigner la présence de l'homme de ces zones de nature. Pourtant cette stratégie n'est pas la seule qui peut s'appliquer à ces îlots. Une étude de cas sur 3 forêts européennes a donc été faite pour voir si les enjeux et les méthodes étaient similaires.

4.3.1.2 Etude de Cas 1 : La Vallée de Wye, Royaume-Uni

Résumé basé sur le plan d'aménagement 2015-2020 (Wye Valley Area of Outstanding natural Beauty, 2015)

Au Royaume-Uni, la Forêt de Dean est reconnue comme étant une des forêts à plus fort caractère naturel du domaine royal, couvrant 11 000 ha. Elle présente une ancienneté d'utilisation boisée du sol, des arbres âgés ainsi qu'une biodiversité importante ; la forêt est classée *Special Area of Conservation*

(Zone Spéciale de Conservation du réseau Natura 2000), *Site of Special Scientific Interest* (Site d'Intérêt Scientifique Spécial), et *National Natural Reserve* (Réserve Naturelle Nationale). De plus, le paysage est protégé par le statut *Areas of Outstanding Natural Beauty* (Equivalent de la Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager) sur 8 802 ha, qui assure la protection du patrimoine paysager par un plan de gestion sur 5 ans, concernant autant l'urbanisme que l'agriculture et la gestion forestière.

Cette forêt appartient pour partie au Domaine Royal, pour partie à des propriétaires privés. Elle est à ce jour sous-exploitée (moins de 30 % de la surface sur les 20 dernières années) et a de très nombreuses parcelles matures. La gestion des derniers siècles en futaie régulière ou en taillis est progressivement remplacée par de la futaie irrégulière.

Par cette richesse de paysages et de biodiversité, ainsi que par la proximité avec de grandes aires urbaines comme la ville de Bristol et le Pays de Galles, la Forêt de Dean connaît une fréquentation du public importante avec environ 2,2 millions de visiteurs par an. Cette fréquentation est historique (la Forêt de Dean est un ancien domaine de Chasse Royale) et est orientée plus que subie. En effet, 3 sites drainent la majorité des visiteurs et permettent de garantir une économie locale et familiale par des activités touristiques (hébergement, restauration, activités de plein air). Toutefois, les infrastructures et la fréquentation viennent diminuer le caractère naturel du site et impactent faune et flore.

La vision adoptée par le conseil du site est une approche de services écosystémiques. Cette approche dérivée de la Convention sur la diversité biologique (Convention sur la Biodiversité Biologique, 1992) et du Millenium Ecosystem Assesment (Millenium Ecosystem Assesment, 2001) place l'homme au centre de la réflexion puisque les fonctions écologiques du milieu naturel sont considérées comme des services dont l'homme retire des bénéfices. A ce titre, la faune, la flore et le paysage sont des attraits touristiques qui ont des retombées économiques. Toutefois pour que le site garde sa qualité écologique et soit compatible avec les objectifs de protection de faune et de flore, des mesures en faveur de la biodiversité ont été prises dans le document d'aménagement 2015-2020, comme la réalisation d'études d'impact ou des opérations de restauration écologique.

Concernant la gestion des visiteurs, le parti pris est celui de maintenir l'accueil du public sans développer plus d'infrastructures mais aussi de le responsabiliser sur les enjeux de la nature : la biodiversité, la quiétude nécessaire aux animaux, les dégradations, et la dangerosité de certaines parcelles. Il est important de préciser que les propriétaires ne sont pas responsables en cas de chute de branches dans leur parcelle. Le potentiel d'éducation à l'environnement d'un tel site est de plus en plus exploité avec des actions telles que des écoles de la forêt mais aussi des usages artistiques ou thérapeutiques.

La Vallée de la Wye a beaucoup de points communs avec les forêts franciliennes : la forêt est historique et appartient à des propriétaires privés ainsi qu'à l'Etat, le capital est sous-exploité, le contexte est très urbain avec une fréquentation élevée mais le site a su garder une richesse paysagère et spécifique forte. Les possibilités d'accueil sont déterminées par les infrastructures, ce qui concentre le public en quelques points d'intérêt touristiques. Le modèle qui semble appliqué est celui de l'écotourisme : on répond au besoin de nature en responsabilisant les visiteurs. Ainsi les endroits à enjeux de biodiversité sont moins fréquentés et le public y pénétrant est averti et non exclu.

4.3.1.3 Etude de cas 2 : la Forêt de Bialowieza – Pologne

Source pour ce résumé : (Van der Linden, Smeenge, & Verjart, 2004)

La Forêt de Bialowieza est considérée comme la plus grande forêt primaire d'Europe. Située en contexte rural entre le Bélarus et la Pologne, la forêt occupe depuis plus de 8 000 ans ce territoire de 150 000 ha, dont 62 500 ha en Pologne. Par le peu d'intervention humaine qu'elle a subi, de nombreuses espèces patrimoniales et inféodées aux forêts à forte naturalité sont présentes. Dès le XVI^{ème} siècle la forêt a été protégée comme réserve de chasse. Après quelques courts épisodes sans protection au XIX^{ème} et XX^{ème} siècle, le statut de parc national, équivalent à une réserve, est réinstauré en 1921. Elle est également classée Zone de conservation spéciale et patrimoine mondial de l'humanité en 1977. En effet, la quasi-absence d'intervention humaine en fait une forêt à très forte naturalité : elle compte notamment les dernières populations de Bisons d'Europe sauvages (*Bison bonasus*), des oiseaux inféodés aux vieux bois comme le pic à dos blanc (*Dendrocopos leucotos*) et de nombreux insectes saproxyliques comme le Cucujus vermillon (*Cucujus cinnaberinus*).

Le parc national est divisé en 3 zones : la zone de protection stricte de 5 725 ha équivalent des Réserves Biologiques Intégrales françaises où aucune gestion du milieu n'est autorisée, la zone de protection active de 4 438 ha où des opérations d'entretien des milieux ouverts sont pratiquées et la zone de protection paysagère de 353 ha autour des infrastructures et des centres d'accueil touristiques.

Outre les habitants des villes avoisinantes, le parc accueille chaque année 100 000 visiteurs intéressés par les espèces qui s'y trouvent et par la naturalité du site. La zone de protection paysagère peut être visitée librement, sachant qu'elle entoure les infrastructures touristiques. Les zones de protection active et stricte sont quant à elles d'accès plus restreint : le but y est avant tout la libre évolution de l'écosystème et la recherche scientifique. Toutefois, il est possible de visiter ces zones en groupes encadrés. Des agences de tourisme locales proposent des visites à la journée. Ces excursions en petits groupes ont une approche naturaliste, avec des thèmes de visite basés sur différentes communautés (avifaune, insectes, grands mammifères, arbres remarquables).

Une telle stratégie a été mise en place suite à l'intérêt d'un public averti non scientifique pour l'état primitif de la forêt et les espèces qu'il recèle. L'interdiction totale de la présence humaine n'a pas été souhaitée, étant donné qu'historiquement il y a toujours eu des prélèvements de bois de chauffage et de chasse dans la forêt de Bialowieza. Ces prélèvements sont maintenant interdits mais la tradition des visites respectueuses du milieu se sont poursuivies. Pour garantir le moins d'impact possibles, elles sont encadrées par des entreprises privées répertoriées par l'agence de tourisme. Il en existe une dizaine qu'on peut contacter via internet, ce qui montre qu'il y a une réelle demande.

La réserve de Bialowieza est très proche des réserves biologiques intégrales et dirigées de l'ONF, tant dans les objectifs que dans les types de gestion qui y sont faits. La différence principale se situe dans l'accès au public : les réserves biologiques françaises n'ont pas vocation à être accessibles, hors recherche scientifique, alors que Bialowieza a une stratégie d'ouverture aux visites. Interdire l'accès est effectivement la garantie que l'homme ne viendra pas s'interposer dans la libre évolution du peuplement ; on peut cependant relever qu'ouvrir la forêt à des groupes encadrés est un éveil à la nature.

4.3.1.4 Etude de cas n°3 : la forêt de Soignes en Belgique

Source pour le résumé : (Bruxelles environnement, 2013)

La Forêt de Soignes est une forêt de 4 383 ha située en bordure de la capitale belge, à moins de 10 km du centre ville. Ce grand massif est l'héritage d'une forêt très ancienne, qui a toujours été fréquentée par l'homme. Lors de périodes de tensions politiques au XVIII^{ème} siècle, la forêt a subi des coupes rases sur quasi toute sa surface. Pour restaurer le paysage et relancer une économie forestière, le gestionnaire de l'époque a replanté des hêtres et des mélanges chêne-hêtre sur 80 % de la surface actuelle. Ces hêtres sont maintenant âgés de 150 à 250 ans et forment un paysage de hêtraie cathédrale typique de la forêt de Soignes. La forêt est donc relativement mature et ancienne, ce qui lui confère une biodiversité typique et des zones très naturelles. Elle a été classée en Zone de Protection Spéciale du réseau Natura 2000 et est soutenue par plusieurs programmes LIFE (morcellement et chiroptères)

La proximité directe avec une région urbaine dense entraîne une fréquentation forte, la forêt étant considérée comme un des espaces verts de Bruxelles, d'autant qu'elle est facilement accessible par les transports en commun. Par ailleurs, les infrastructures de transport servant à desservir la ville (chemin de fer, rocade et autoroute) viennent morceler le massif.

La fréquentation du massif n'a cessé d'augmenter ces dernières années et se situait à près de 800 000 visiteurs en 2012. Favoriser et encadrer l'accueil du public est donc une des priorités du plan de gestion. Des aires de récréation sont situées sur tout le pourtour de la forêt. Ces aires sont généralement composées de possibilités de stationnement pour les voitures, d'accès par les transports en commun, d'aires de jeux pour enfants, de lieux de restauration, de départs de sentiers de promenade pédestre, équestre et cycliste.

Prenant conscience des enjeux de conservation et de récréation de la forêt, des zonages ont été mis en place dans le plan de gestion pour concilier les différents enjeux :

- Les réserves forestières sont l'équivalent des réserves biologiques françaises. Ces zones à fort potentiel biologique sont laissées en libre évolution ou faiblement entretenues pour permettre à la naturalité et à la biodiversité de s'exprimer. Elles représentent 7 % de la forêt ;
- Les zones de protections concernent des zones fragilisées par l'influence urbaine, où des mesures de gestions spécifiques sont mises en œuvre ;
- Les réserves naturelles sont des zones d'intérêt écologique fort (marais, coteaux calcaires, station forestière particulièrement riche) où on propose le contact entre le public et la nature, pour éveiller à la richesse du milieu

Dans ces zones les chiens sont tenus en laisse et la circulation se fait uniquement sur les chemins. Les réserves forestières peuvent être grillagées et totalement interdites d'accès.

La gestion cherche à conserver des zones centrales de nature préservées, nécessaires au réseau de trame verte européen et régional et pour la biodiversité locale, mais aussi à donner à voir cette nature aux visiteurs. La mise en place de sentiers d'interprétation et l'équipement léger de réserves naturelles va dans le sens d'une conciliation des enjeux récréatifs et écologiques. Bien que la mise en place d'une signalisation sur les règles de circulation ait été faite, on dénombre de nombreuses infractions. Pour rencontrer les attentes du public, qui ne sont pas toutes orientées vers la volonté d'une forêt naturelle, les aires de récréation s'apparentent quant à elles à une gestion de parc, avec des pelouses et des forêts plus « propres », en effet le bois mort est parfois mal perçu et le plan de gestion précise que « le bois

mort au sol résultant des abattages doit être soigneusement dispersé ». Ceci permet d'en maintenir pour respecter une gestion plus proche de la nature, tout en gardant un aspect géré de la forêt.

La hêtraie cathédrale, pourtant typique du paysage de la forêt de Soignes, présente un mode de gestion traditionnellement en futaie régulière. Les coupes à blanc étant de plus en plus décriées, la futaie irrégulière avec un mélange d'espèces est en train d'être appliquée progressivement, allant ainsi vers une gestion plus naturelle et plus proche de la demande du public. Dans les zones très fréquentées, le débardage est fait à cheval.

La forêt de Soignes est dans un contexte urbain très fort, étant d'une part considérée comme un espace vert et d'autre part comme une forêt. De telles attentes entraînent des modes de gestion différenciés selon les espaces, qui permettraient d'optimiser les fonctions économiques, écologiques et sociales de ce massif de 4 383 ha. La stratégie d'accueil du public dans la forêt est basée sur une signalisation importante des itinéraires et de la typologie des différentes zones avec les réglementations propres (sortir ou non du sentier, pique-nique et barbecue...). Ces réglementations sont d'autant plus compliquées que la forêt est située sur les 3 régions administratives de Belgique et il y a dans certains cas un manque de cohérence dans les zonages et les règlements, une concertation pour uniformiser la gestion devrait être faite pour obtenir un massif plus homogène.

4.3.1.5 Bilan des études de cas

Ces trois exemples de forêts européennes montrent les nombreuses combinaisons que peuvent prendre maintien de la biodiversité et accueil du public. Dans les 3 cas, la volonté du public de visiter l'espace n'a pas été ignorée mais orientée selon les objectifs de la forêt.

La forêt de Soignes met à disposition des visiteurs urbains tous proches des infrastructures pour encadrer l'accueil et pour informer. Par la mise en place de sentiers d'interprétations dans les zones riches, l'exploitation forestière parfois traditionnelle, parfois à cheval, les gestionnaires donnent à voir ce qu'est une forêt gérée et favorable à la biodiversité. L'éducation du grand public à la forêt se fait de manière passive.

En forêt de Dean, on cherche à encadrer l'accueil du grand public de manière active. De nombreuses activités sont ouvertes autour de la thématique forestière, tant dans des espaces à vocation récréative type aire de jeu que dans des espaces de cœur de forêt.

La forêt de Bialowieza est un exemple un peu à part, étant donné qu'elle se situe en zone très rurale. Toutefois, elle est intéressante car elle montre l'existence d'un tourisme forestier avec un public averti. Cette forêt est également l'occasion de montrer que l'accueil du public se fait et peut se faire en zones de forêt non gérée, dans le respect des règles de sécurité.

Ces 3 stratégies sont autant de pistes pour intégrer l'accueil du public en forêt francilienne, qui peuvent être réalisées localement par un gestionnaire de site ou sur une surface plus grande. Le Tableau 7 récapitule les caractéristiques de chaque site, la forêt de Fontainebleau ayant été prise comme point de comparaison francilien, étant donné que les 3 autres forêts sont des forêts domaniales.

Tableau 7: Récapitulatif des caractéristiques des forêts étudiées pour le benchmark en comparaison avec la forêt de Fontainebleau

	Fontainebleau, France	Vallée de la Wye, Angleterre	Bialowieza, Pologne	Soignes, Belgique
Surface	17 072 ha	8 802 ha	62 500 ha	4 383 ha
Contexte	Périurbain	Périurbain	Rural	Urbain
Type de fréquentation	Récréation de riverains directs et plus éloignés Activités de milieu forestier (cueillette, promenade, VTT)	Récréation de riverains directs et plus éloignés Activités de milieu forestier (cueillette, promenade, VTT) et de tourisme (accrobranche, canoë)	Visites d'un public naturaliste étranger Activité d'observation de la faune et la flore sauvage (Observations, relevés naturalistes, photo animale)	Récréation de riverains Activités types de celles d'un parc (promenade pique-nique)
Importance de la fréquentation	Très forte	Très forte	Modérée	Intense
Gestion forestière	Gestion en futaie irrégulière progressive, aménagement paysager	Gestion en futaie irrégulière progressive, aménagement paysager	Absence totale de gestion dans les zones centrales, gestion la moins interventionniste possible	Conversion très progressive des hêtraies cathédrales en futaie irrégulière. Gestion vers une diversification des essences et une augmentation de la naturalité
Organisation de l'accueil	Concentrique, public orienté sur l'extérieur de la forêt pour ne pas entrer dans les zones de cœurs de forêt	Accueil actif du public par les collectivités et des entreprises privées qui répartissent l'offre touristique sur l'ensemble de la forêt	Accueil organisé par des entreprises privées qui orientent le public dans certaines zones de la réserve	Fréquentation dans toute la forêt, sécurisation des zones et consignes pour le public dans les zones centrales

4.3.2 Rencontrer les attentes des urbains par les îlots de naturalité

4.3.2.1 Fréquentation et attentes des visiteurs

Avec une fréquentation régionale à hauteur de la moitié de la fréquentation métropolitaine (soit plus de 100 millions de visites par an) l'IDF est très fréquentée. Les usages sont divers : promenade quotidienne, VTT, cueillette, promenade du chien... Bien qu'ayant des attentes différentes, le public recherche principalement une image de nature vaste loin des impacts de l'homme ainsi que des loisirs et des divertissements. Les aménagements et l'entretien (ramassage des débris, ronces...) sont appréciés dans beaucoup de cas (Maresca, 2000). Cette vision de la forêt est source de conflits avec les propriétaires et gestionnaires forestiers, car n'acceptant pas une empreinte marquée de l'exploitation. Les coupes de régénération sont les plus souvent critiquées, ayant un fort impact paysager en mettant à blanc des parcelles entières. Les tas de bois laissés en bord de route sont également peu acceptés.



Figure 19 : Bois entassé en bord de route dans une forêt très fréquentée pour la promenade et l'équitation dans le Val d'Oise

En revanche les clairières aux contours flous, les milieux rocheux et humides sont très appréciés dans la mesure où ils ont l'air naturel (Guéret, 2014). Il est étonnant de voir que l'agriculture est totalement acceptée, même en proximité directe avec la ville, en revanche la sylviculture est vivement critiquée.

Pour s'adapter au rôle social que joue la forêt francilienne, la futaie irrégulière est pratiquée sur certaines parcelles en bordure de chemin. Cette gestion paraît mieux acceptée par le public.

L'impact du public sur la forêt est surtout limité aux chemins et aires d'accueil (Sylvain Ducroux, communication personnelle), les visiteurs s'aventurant peu dans les parcelles, le piétinement

et le dépôt de déchets ne se fait quasi pas en cœur de parcelle.

4.3.2.2 Les réponses apportées par les îlots de naturalité

4.3.2.2.1 Un retour à la nature

Les visiteurs Franciliens des forêts se déplacent peu (10,5 km en moyenne) pour trouver un espace de forêt et de milieu naturel, où l'impact de l'homme est réduit pour laisser place à un milieu naturel riche en biodiversité (Peyron, Harou, Niedzwiedz, & Stenger, 2002). Les îlots de naturalité avec les gros arbres, les micro-habitats, et le bois mort (notamment avec des souches et des gros troncs au sol) présentent l'ambiance forestière sauvage et inexploitée recherchée par ces visiteurs.

4.3.2.2.2 Une biodiversité typique et remarquable

D'autre part, les îlots de naturalité sont très enclins à accueillir une biodiversité forestière typique, tels que les pics ou les coléoptères saproxyliques. Ces espèces sont également des atouts pour les sorties en forêts où les promeneurs aiment à voir de la faune sauvage ou les traces de son passage. Seuls les renards et les sangliers sont perçus négativement (Moigneu, 2005).

4.3.2.2.3 Diminuer la sensation de foule

La plupart des promeneurs cherchent à s'éloigner de la ville et des autres usagers. Le besoin d'être seul dans la nature est clairement exprimé. Les premiers week-ends de mai ou encore le mois de septembre sont les mois où les forêts franciliennes sont les plus visitées, les parkings arrivant souvent à saturation. L'impression de foule peut alors se faire sentir lors de la visite en forêt, ce qui gâche une partie du plaisir qu'elle procure.

Une gestion forestière avec un sous-bois qui ne laisse pas voir à plus de 5 mètres permet de moins ressentir l'impression de foule et donc d'augmenter la satisfaction des usagers (Chambers & Price, 1986). Bien que les sous-bois des îlots de naturalité ne soient pas impénétrables, ils ne sont pas pour autant nettoyés de la régénération ou des jeunes strates. La présence d'îlots de naturalité en bordure de chemin cache les visiteurs entre eux, ce qui augmente la satisfaction de la visite.

Les îlots de naturalité rencontrent les attentes des urbains, en donnant à voir une forêt sans trace de gestion et vivante. Toutefois il est important de maintenir la sensation de sécurité des visiteurs aux abords de la parcelle.

4.3.3 Encourager et encadrer l'accueil, une activité rémunératrice

Comme nous l'avons vu lors de l'étude de cas, les gestionnaires, français et européens, cherchent à encadrer l'accueil du public. En IDF, la stratégie de l'encourager en lien avec la biodiversité n'a pas été mise en place, pourtant ces deux fonctions forestières ne sont pas antagonistes et peuvent mener à une meilleure gestion du milieu.

4.3.3.1 Du tourisme local à la renommée internationale

Les îlots de naturalité sont des cœurs de nature, ressource recherchée par les urbains et périurbains qui viennent visiter les forêts franciliennes. Des sentiers traversent déjà certains de ces îlots, ils sont sécurisés pour l'accueil du public mais la valeur écologique de la forêt environnante n'est pas mise en avant. La signalisation de la gestion particulière accordée à cet îlot ainsi que des explications sur la biodiversité associée pourraient être une plus-value, tant pour le gestionnaire du site que pour le public. En effet, de telles explications pourraient amener une meilleure compréhension des actions du gestionnaire par le public, et celui-ci pourrait également remarquer un milieu particulièrement riche.

L'éducation à l'environnement par des panneaux d'information peut être une mise en valeur intéressante de la naturalité des forêts et peut également être un moyen de sensibilisation aux risques encourus en forêts. En effet, une meilleure compréhension des risques entraîne souvent un comportement moins imprudent.

Par ailleurs, une éducation à l'environnement encadrée, à la manière des groupes touristiques à Bialowieza, peut être un axe de développement intéressant pour le gestionnaire d'un site à forte naturalité. D'une part l'information relayée sera de meilleure qualité et avec un niveau de transmission plus fort. D'autre part, les zones de visites dans l'îlot de naturalité seront choisies, ce qui pourra éviter les secteurs à risque. En dernier lieu, de telles sorties pourront donner lieu à une rémunération financière. Une étude menée auprès des propriétaires privés franciliens montre que ces derniers sont plus enclins à ouvrir leur forêt dans le cadre de visites encadrées et qu'une rémunération est également un argument favorable à l'ouverture de la forêt (Schlumberger, 2002).

Toutes ces mesures ont déjà été mises en œuvre à plus grande échelle dans le cadre de tourisme orienté vers la naturalité. Ainsi une conférence réalisée en 1999 a eu pour but de promouvoir le tourisme dans les zones Natura 2000 (Environnement DG, European Commission, 1999). Un réseau de parcs et réserves forestiers à forte naturalité et ouverts au tourisme durable a été mis en place en Europe, à l'initiative du WWF en 1998 : le réseau PAN Parks. Malheureusement, ce label a été mis en liquidation en 2014, mais les espaces restent ouverts à la visite par des entreprises privées (telles que la Wilderness Society) ou par des individuels.

4.3.3.2 Financer les dépenses liées à l'accueil du public en IDF

4.3.3.2.1 Penser à l'investissement et au fonctionnement

Comme nous l'avons vu plus tôt, il y a fréquentation du public dans les forêts et les îlots de naturalité, tant pour la valeur de forêts que pour un attrait spécifique de l'aspect naturel. Cet accueil du public est également un service écosystémique à fonction sociale, qui engendre des coûts pour la sécurisation des chemins et routes. Ce n'est pas l'unique dépense qui découle de l'accueil du public : il faut prendre en

compte l'investissement et le fonctionnement du site. En effet, la mise en place de structures informatives (charte du promeneur, panneaux d'information, panneaux d'interdiction) est nécessaire pour faire comprendre au visiteur qu'il se trouve en propriété privée ou qu'il est nécessaire de respecter la forêt en restant sur le sentier. Des infrastructures plus importantes telles qu'un parking ou une maison d'accueil peuvent être envisagées si la fréquentation et les usages récréatifs sont importants.

Outre l'investissement pour l'accueil du public, il faut surtout penser aux coûts de fonctionnement pour la gestion du site. Ces derniers comprennent si besoin la sécurisation des arbres mais aussi les préjudices liés à la forte fréquentation francilienne : déchets des promeneurs, dégradations volontaires et perte de productivité de la forêt. Pour encourager et compenser l'ouverture au public des forêts privées, des possibilités de financements applicables aux îlots de naturalité existent.

4.3.3.2.2 Financement par des contrats

Pour les sites Natura 2000, la mesure F22714 permet le financement de panneaux d'interdiction de pénétrer dans une parcelle ou d'information sur le respect de l'habitat forestier ou d'une des espèces cibles du DOCOB.

Dans le cadre d'une convention entre le propriétaire privé et une collectivité (article L130-5 du code de l'urbanisme et actions dans le cadre de la taxe départementale de la politique des ENS si l'acquisition n'est pas possible) pour l'accès du public à la forêt, la collectivité peut s'engager à :

- financer la mise en place de panneaux informatifs et l'entretien du site (ramassage de poubelles par exemple) ;
- dédommager le propriétaire en cas de dégradations causées par le public sur les arbres et les parcelles, dans les 100 m qui bordent le chemin ;
- rétribuer monétairement les services mis en œuvre par le propriétaire pour l'ouverture au public

Toutefois aucune convention n'existait en 2005 entre un propriétaire forestier et une collectivité francilienne, étant donné que l'accent est mis sur l'acquisition du terrain par les différentes collectivités plutôt que sur la contractualisation. Le CRPF de Bretagne propose un modèle de convention sur son site internet (Centre Régional de la Propriété Forestière de Bretagne, 2010)

4.3.3.2.3 Financement par une rémunération directe

Le propriétaire propose un service d'accueil de loisir au public, qui diffère de l'offre existante, et demande une entrée payante au site pour ce service (un exemple hors îlots de naturalité est l'installation de parcours acrobatiques dans les arbres). Dans le cas d'un îlot de naturalité, une animation basée sur la découverte de la nature sauvage, l'éveil des sens, l'éducation à l'environnement pourrait être envisagée. Ce genre d'activités est généralement traité en externe (association, société, voire particuliers) car elle demande un investissement en temps et en communication relativement lourd et car la location de la parcelle à l'intervenant garantit une source de revenu constant (Centre Régional pour la Propriété Forestière d'Île-de-France, 2011).

4.3.4 Composer avec le cadre juridique de la responsabilité

Les forêts à forte naturalité présentent plus d'arbres morts et dépérissants, de bois mort, et les arbres ne sont pas élagués. Cela augmente fortement le risque d'accident pour les personnes ou véhicules circulant dans les îlots de naturalité. Lorsqu'un dommage survient, on cherche à savoir qui en porte la responsabilité. Cette notion de responsabilité va déterminer s'il y a eu faute et fixer le

dédommagement le cas échéant. La responsabilité est une question d'autant plus importante que la fréquentation est subie, notamment en forêt privée.

4.3.4.1 Qu'est-ce que la responsabilité ?

4.3.4.1.1 Responsabilité en forêt privée

La responsabilité pénale est établie pour sanctionner une infraction et appliquer la peine définie par le cadre légal. Cette responsabilité ne se partage pas et ne se transfère pas. Le délit peut être intentionnel ou non-intentionnel par « imprudence, négligence ou manquement à une obligation de prudence ou de sécurité prévu par la loi et le règlement. »

La responsabilité civile est mise en œuvre quand un dommage a été causé à autrui (par un fait générateur relié par un lien de cause au dommage) et entraîne réparation. Cette responsabilité peut être partagée ou transférée. En forêt, les faits générateurs sont :

- Un fait personnel constitutif d'une faute : négligence ou imprudence
- Un fait d'une chose que l'on a sous sa garde. Le propriétaire est présumé gardien, cependant un transfert de garde peut être fait et il doit être prouvé lors de la recherche de la responsabilité.

4.3.4.1.2 Responsabilité en forêt publique

La responsabilité de l'Etat ou des collectivités peut être mise en jeu à travers la responsabilité administrative. C'est l'obligation de réparer les dommages causés aux administrés dans le cadre de leurs activités. En cas de dommage établi, la collectivité doit démontrer qu'il n'y a pas de défaut de conception ou d'entretien, ou qu'il s'agit d'un cas de force majeure, ou qu'il y a faute de la victime.

En forêt communale, le maire est également responsable de la sécurité publique et doit prendre toutes les mesures pour prévenir des dangers. Il doit prendre les arrêtés de police interdisant l'accès à des secteurs ou à la forêt entière, notamment en cas de grands vents et en période post-tempête.

L'ONF exerce une activité de protection, de conservation, et de surveillance de la forêt publique qui relève de sa mission de service public administratif. A ce titre la responsabilité administrative est recherchée. Pour les activités de service public à caractère industriel et commercial l'ONF, chargé de la gestion et de l'équipement des forêts, a une assurance pour sa responsabilité civile professionnelle.

En forêt publique, la responsabilité civile et la responsabilité pénale peuvent également être recherchées.

4.3.4.2 Se prémunir

La question de la responsabilité préoccupe particulièrement les forestiers privés. L'ONF ayant été confronté à l'accueil du public depuis un certain temps y a adapté sa gestion. Nous proposons ici un aperçu rapide des solutions permettant de dégager la faute en cas d'accident dans un îlot de naturalité, qui pourraient qui pourront convaincre certains propriétaires.

4.3.4.2.1 Assurer sa forêt

Comme pour toute recherche de responsabilité, la souscription d'une assurance permet en cas de dommage de verser les indemnités qui auront été décidées au tribunal. Toutefois la souscription d'une assurance pour responsabilité civile n'est pas suffisante pour être couvert dans les îlots de naturalité,

en effet la plupart des assurances ne couvrent pas les arbres dépérissants ou arbres jugés dangereux. De plus les propriétaires ne souscrivent pas tous à une assurance, étant donné les coûts que cela représente, surtout pour de petites surfaces.

4.3.4.2.2 Démontrer l'absence de faute

La responsabilité d'un propriétaire forestier est recherchée en premier lieu pour un fait constitutif d'une faute, par négligence ou imprudence. Il faut montrer que tous les moyens ont été envisagés pour identifier, sécuriser et informer sur le danger.

Le moyen le plus souvent utilisé en forêt privée pour dégager sa responsabilité est d'interdire l'accès à la forêt, soit par des clôtures (14 % de la surface de forêt privée d'IDF) soit par des panneaux d'interdiction (44 %) (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt, 2015). De tels dispositifs sont coûteux, n'empêchent pas pour autant le public de pénétrer dans la parcelle et ne dégagent pas automatiquement la responsabilité du propriétaire.

La première approche est donc d'inspecter régulièrement les arbres, notamment ceux bordant les chemins et les routes. Les dates et les rapports d'inspection datés élaborés par un expert forestier ou arboricole, peuvent montrer qu'aucun arbre dangereux n'a été décelé et donc dégager pour le propriétaire la responsabilité pour faute du fait de chose sous garde.



Figure 20 : Arbres coupés en bord de chemin pour sécuriser l'accueil du public à Rambouillet

Lorsqu'un arbre a été considéré comme dangereux, il faut le sécuriser. L'abattage est la méthode la plus appliquée en forêt et la plus drastique, comme le montre la Figure 20. Des solutions plus douces existent, notamment en haubanant les branches pour en éviter la chute, ou alors en élaguant fortement et en conservant uniquement la chandelle. Ces méthodes sont toutefois plus coûteuses. Celle-ci présentera moins de danger pour le public et sera un refuge pour la biodiversité.

L'information est importante, elle permet de sensibiliser le public à la gestion de la forêt et lui rappelle qu'il peut y avoir des dangers. A elle seule l'information ne suffit pas pour dégager la responsabilité pour faute du propriétaire sauf dans le cas des milieux naturels comme les réserves naturelles et les sites du conservatoire du littoral. En effet, la jurisprudence du 11/12/2001 oriente les décisions de justice en précisant que la sécurisation des abords d'un chemin peut être légère étant donné que le site est censé être proche d'un milieu naturel. Pour ne pas en défigurer la nature, des installations ou des mesures de sécurisation lourdes ne sont pas souhaitées. Il faut alors mettre en place une signalisation et une information, dès l'entrée du site et aux endroits connus comme étant particulièrement dangereux, pour informer de la nature du danger.

Dans le cas des îlots de naturalité contractualisés par Natura 2000, une distance de sécurisation des arbres de 30 m aux abords des voies de circulation est obligatoire pour écarter la responsabilité du propriétaire en cas d'accident. La jurisprudence semble avoir accepté une limite de sécurisation de 30

m dans les îlots de naturalité, étant donné que le reste de l'îlot doit être libre de toute intervention. On peut toutefois espérer que l'article applicable aux réserves naturelles devienne applicable aux îlots de naturalité dès lors que leur intention de naturalité et de libre évolution est écrite dans le document de gestion du site (îlots de sénescence, îlots de vieillissement, réserves biologiques, F22712). Cela permettrait de limiter les interventions dans les îlots de naturalité si la signalisation est suffisante. Cet article n'est pas une garantie mais une orientation pour les décisions de justice, il pourrait également être clarifié et inclure plus de gestionnaires tels que les conseils départementaux pour les ENS ou les régions.

4.3.4.2.3 Transférer la responsabilité par une convention avec une collectivité

La recherche de la responsabilité peut être faite au nom d'un bien que l'on a sous garde. La notion de bien étant très large, (arbre entier, branche, brindille, fruit...) une branche est un bien que l'on a sous sa garde. Le propriétaire est par défaut le gardien de sa chose, toutefois la garde peut être transférée, ce qui est le cas lorsqu'un site est mis en gestion. Le gestionnaire peut être de nature variée : ONF, AEV, PNR, association...

La responsabilité peut également être transférée d'un propriétaire privé vers une collectivité dans le cadre d'une convention tendant à ouvrir l'espace au public. L'article L130-5 du code de l'urbanisme, qui propose une prise en charge du financement des dépenses comme nous l'avons vu précédemment, peut également inclure le transfert de la responsabilité, la prise en charge des coûts d'assurance du propriétaire, ou le transfert de la responsabilité ou le transfert des dommages à payer en cas d'accident.

Ce volet sur la responsabilité est encore plus délicat à mettre en œuvre dans les conventions, les collectivités étant souvent réticentes à engager leur responsabilité dans une propriété privée.

4.3.4.2.4 Inscrire le chemin de randonnée au PDIPR

Si un chemin traversant une propriété privée est très fortement fréquenté et qu'il connecte le réseau de chemins de randonnée départemental, il peut être intéressant de l'inscrire au Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée. L'article L361-1 du Code de l'environnement prévoit que la responsabilité civile ne peut être recherchée qu'en cas des actes fautifs des propriétaires et non pas pour des choses dont ils ont la garde. La convention de passage pour les chemins inscrits au PDIPR couvre totalement la responsabilité civile pour chose du propriétaire.

L'accueil du public ne doit pas être subi mais doit être géré en amont. La question est de savoir qui décide d'ouvrir et dans quel but ? Une forêt domaniale ou régionale sera ouverte dans son rôle de service public. Un propriétaire privé peut ouvrir de manière officielle, notamment avec la mise en place d'une convention avec une collectivité, car la fréquentation se fait déjà, ou alors fermer totalement sa parcelle. La problématique est la même dans les îlots de naturalité, on peut ouvrir un îlot pour éduquer à l'environnement ou pour ne pas dévier un chemin qui lui serait antérieur.

Avec l'encadrement du public par des panneaux ou par des visites organisées, on peut limiter l'impact de l'homme sur l'îlot de naturalité et garantir un comportement plus responsable. Ce type d'éco-tourisme est de plus en plus recherché, pour rapprocher l'homme de la nature tout en la respectant.

Les initiatives peuvent se faire progressivement, de manière passive avec de l'information, ou par des visites encadrées en direction d'un public scolaire ou naturaliste, et pourra peut-être donner lieu à une nouvelle économie conciliant l'accueil du public et la biodiversité.

5 Discussion

5.1 Etude

5.1.1 Délimitation l'étude

Cette étude a émergé à Natureparif, dans le cadre de la mise en œuvre du SRCE, notamment le suivi de la mise en place d'une trame de vieux bois à l'échelle régionale. Dans le but d'augmenter sa connaissance sur la forêt de manière générale, y compris sur la sylviculture et les enjeux forestiers, une analyse des risques pesant sur la trame a été ajoutée à ce sujet. Le sujet était donc vaste, allant d'un état des lieux de la propriété forestière à la cartographie des zones à fort potentiel biologique pour la création d'une trame fonctionnelle. Il m'a donc fallu recadrer et redéfinir cette demande initiale, et différencier l'étude de mon stage. En effet, le stage ayant une durée de seulement 6 mois, tous les points ne pouvaient être traités, mais l'étude menant à la création de la trame restera un point du programme d'action de Natureparif à plus long terme.

D'autre part, il a fallu se mettre d'accord entre naturalistes et forestiers, pour les objectifs à fixer et avoir un lexique commun. Zone à fort potentiel biologique, îlot de vieux bois (au sens de l'ONF), forêt à fort caractère naturel sont autant de termes renfermant des notions différentes. De plus, notamment pour la question des îlots de sénescence et des îlots de vieillissement des forêts domaniales, se posait la question de savoir si l'îlot était une intention de gestion, ou s'il avait également atteint l'état écologique attendu.

Le choix de l'approche par la naturalité est donc apparu comme un compromis. En effet, en prenant comme première définition l'absence de gestion (indépendamment de la fréquentation) menant à un état écologique quasi naturel, on pouvait concilier les îlots de vieux bois et le fort potentiel biologique.

5.1.2 Volonté d'inclure les forêts privées

En tant qu'agence régionale, Natureparif a pris le parti d'avoir une connaissance sur toutes les forêts, publiques et privées. Cela nous a forcé à trouver des indicateurs indirects, qui pourraient être élaborés et validés en forêt publique pour devenir applicables à la forêt privée sans avoir besoin d'y pénétrer.

5.1.3 Concertation des acteurs

Natureparif, avec son rôle d'organisation de la communauté et des données naturalistes, a peu de liens avec les acteurs du monde la forêt. Il a donc fallu présenter le sujet aux deux agences ONF, à l'IGN, et au CRPF et le valider avec eux.

Un des points de blocage de l'étude a été l'absence de données sur les peuplements, données dont disposaient tant l'IGN que l'ONF, dont l'envoi est en cours. Cela a repoussé le début de la campagne de terrain qui finalement a été très brève : seulement 5 jours. Les partenaires habituels de Natureparif (conseils départementaux, DRIAAF, DRIEE, AEV) ont répondu présent à l'appel pour réunir ces données et participer au suivi de l'étude. De nouveaux contacts ont également été faits avec l'IRSTEA et le GIP ECOFOR, organisme importants dans le domaine de la forêt.

5.1.4 Le contexte francilien, le choix de la fréquentation

Avec plus de 20 % de la population française sur moins de 2 % du territoire, l'IDF est fortement urbaine et urbanisée. Cette caractéristique régionale m'a conduit à m'intéresser particulièrement au lien entre les zones à forte naturalité et leur interaction avec le milieu urbain et périurbain tout proche. Les fonctions écologiques et sociales des forêts sont donc au cœur de ce mémoire, la fonction de production est à peine abordée sous l'angle de la structuration d'une filière cohérente en circuit court. En effet, des travaux ont déjà été réalisés sur la sylviculture à adopter en milieu périurbain et l'acceptabilité par le public, ou encore sur les relations entre biodiversité et gestion forestière, c'est donc volontairement que ces aspects ont été peu développés.

5.2 A propos de la méthode employée

5.2.1 La cartographie par télédétection

Cette méthode semblait à première vue la plus facile à réaliser : à partir d'images satellites, on calibre un protocole de détection des gros bois que le logiciel applique sur l'ensemble du territoire et donc les forêts privées. J'ai passé 2 mois à mettre au point une telle méthode, qui n'a malheureusement pas été concluante.

On peut expliquer ceci par différents facteurs :

- la résolution de l'image par pixel de 6*6 m ne fait pas apparaître de structure interprétable, il faudrait préciser ou dégrader l'image ;
- les 9 images nécessaires pour couvrir la région ont été prise à des dates différentes ce qui entraîne des signaux différents ;
- la combinaison avec des méthodes types LIDAR ou analyse orientée objet demandait un temps d'appropriation très long et ne pouvait pas être compatible avec les missions et le temps imparti pour le stage.

5.2.2 Biais de l'identification par photo-interprétation

La photo-interprétation donne des résultats très proches de la réalité du terrain, toutefois il faut rester vigilant à bien définir les objets à identifier et les seuils de classe de structure et calibrer l'œil de l'opérateur. En effet, l'interprétation peut être très différente d'une personne à autre s'il n'y a pas eu un apprentissage commun. Pour la suite de la photo-interprétation qui sera faite à Natureparif, le prochain opérateur devra donc se calibrer sur les îlots faits dans le Val d'Oise.

Un autre biais lié à la photo-interprétation est l'omission de zones, c'est-à-dire que la photo-interprétation ne permette pas de détecter des zones existantes. Les 87 parcelles témoins données à dire d'experts ont permis d'estimer cette omission comme nulle. En effet, les parcelles témoins ont toutes été repérées par photo-interprétation.

5.2.3 Protocole de terrain

Un tarif Schaeffer lent est généralement indiqué pour les petites parcelles de feuillus. Il apparaissait donc en cohérence avec le protocole PCQM choisi. Le choix du numéro de tarif a été après la mesure de la hauteur dominante sur l'ensemble des relevés, puis grâce aux correspondances données par Bruciamacchie (1989). La hauteur dominante étant de 26,7 m, le tarif n°7 a été appliqué. On a fait le choix de considérer l'ensemble des parcelles étudiées comme présentant les mêmes potentialités sylvicoles et nous avons pris comme essence dominante le chêne, qui représente la majorité du territoire. Toutefois, on aurait pu obtenir des résultats différents en appliquant un autre tarif.

Lors de la campagne de terrain nous avons retenu des seuils précomptables pour la méthode PCQM de 27,5 cm et 67,5 cm de $D_{1,30\text{ m}}$, respectivement pour les bois morts debout et TGB. Ces seuils sont été définis lors de la réunion avec le comité de pilotage. Le choix a été fait de retenir un seuil unique pour l'ensemble de l'IDF, il aurait fallu utiliser une typologie des stations ou un classement des fertilités pour adapter les seuils aux peuplements, ce qui aurait été coûteux en temps.

Après la campagne de terrain réalisée pendant ce stage, on remarque que les bois morts debout sont peu nombreux à cause du seuil de 27,5 cm de $D_{1,30\text{ m}}$, celui de l'IGN étant de 17,5 cm, ne pas choisir une valeur si élevée aurait permis d'avoir plus d'individus relevés. Toutefois, les bois morts debout de moins de 27,5 cm étaient essentiellement des chandelles, ne présentant aucun micro-habitat. Le choix du seuil par le comité de pilotage permet donc de se focaliser sur des arbres morts plus favorables à la biodiversité.

5.2.4 Répartition des données naturalistes

Le choix de la communauté des coléoptères saproxyliques a paru le plus intéressant, étant donné que des coefficients pour les relier au bois mort existaient déjà à l'échelle de la France. On peut noter que les données sont réparties de manière très hétérogène et principalement en forêt publique, ce qui limite la surface étudiée.

L'utilisation de données réparties sur une grille régulière comme le Suivi temporel des Oiseaux Communs (STOC) paraît donc prendre son intérêt, d'autant que des données concernant l'avifaune et la maturité d'une futaie de chêne sont maintenant disponibles. Toutefois, les oiseaux tout comme les chauves-souris ont des distances de dispersion très importantes, là où les carabes se déplacent entre 10 et 1 000 mètres au cours de leur vie.

5.2.5 La réalité de la naturalité ?

L'IDF a toujours été une région fortement peuplée, facilement accessible, avec une exploitation forestière au cours des derniers siècles. S'intéresser à la naturalité et donc à la non-gestion présente donc des résultats différents de forêts de montagne ou en milieu rural, mais garde son intérêt pour une moindre gestion et par le développement de parcelles en réserve biologique intégrale et îlots de sénescence.

Avec une campagne de terrain plus importante, on pourra notamment définir quels sont les seuils de naturalité en termes de bois morts au sol et debout et étudier plus particulièrement la biodiversité présente dans ces parcelles.

5.3 Suite à donner

5.3.1 Tâches

Ce stage est un premier bilan sur les moyens pour cartographier la naturalité des forêts franciliennes. En premier lieu il a permis de définir un ensemble de critères pour caractériser les forêts (volume de bois mort au sol, VTGB, volume de bois mort au sol, objectif de gestion, ancienneté) en termes de naturalité.

Pour commencer une cartographie à l'échelle de la région on s'est intéressé à un des critères de terrain observable à distance : le VTGB. Parmi les méthodes étudiées on a pu voir que la télédétection à elle seule n'était pas suffisante pour mettre en avant les ZTGB. Le couplage avec du LIDAR, pour connaître la hauteur des peuplements pourrait compléter cette technologie mais elle n'est pas

suffisante pour l'instant. La photo-interprétation assistée par ordinateur a quant à elle donné de bons résultats dans l'identification des zones de très gros bois. Coûteuse en temps, il est nécessaire de terminer le repérage sur les départements 77, 92, 93 pour avoir une cartographie cohérente. Ce travail nécessiterait 2 à 3 mois pour être achevé.

Toutefois, comme nous l'avons vu sur le terrain, la présence de gros bois ne garantit pas une forte naturalité de la parcelle. Pour faire face à cela, la piste des relevés naturalistes est proposée, soit en réalisant une campagne de terrain sur les points de relevés saproxyliques, soit en réalisant une analyse similaire à celle des coléoptères sur d'autres taxons. On pourra notamment s'intéresser :

- A l'avifaune grâce aux données du Suivi Temporel des Oiseaux Communs, et aux espèces inféodées aux futaies matures de chênes communiquées par l'IRSTEA
- Aux chiroptères, un protocole reste à définir selon les données et l'écologie des espèces
- Aux champignons, à ce titre une mise en commun des données issues des inventaires des nombreuses associations locales est nécessaire.

L'étude du STOC paraît la plus accessible et serait à réaliser en priorité. Quelle que soit la communauté retenue, il sera important de réaliser un échantillonnage de terrain pour observer à quel point ces communautés sont liées avec les critères de naturalité.

5.3.2 Phasage pour la suite de l'étude

Considérant les méthodes proposées ci-dessus et le temps passé à la réalisation de chacune d'elles pendant le stage, j'ai réalisé un planning prévisionnel pour la suite de l'étude, qui nécessiterait un an à plein temps encore.

Tableau 8 : Planning prévisionnel de la suite de l'étude pour Natureparif

Période	Temps de travail estimé	Tâche
Novembre à janvier	3 mois	Poursuivre la photo-interprétation assistée par ordinateur de l'IDF
Entre novembre et janvier	2 semaines	réaliser l'analyse du STOC
Mars à juin	2 mois	Echantillonner 5 % des ZTGB repérées par photo-interprétation
Mars à juin	1 mois	Echantillonner 10% des points d'inventaires de coléoptères saproxyliques dans toutes les classes d'indice de saproxylation
Mars à juin	1 mois	Echantillonner 10 % des points d'inventaires du STOC
Juillet	1 mois	Analyser les données de terrain
Août à septembre	2 mois	Analyser la connectivité des îlots pour réaliser une trame conforme à l'enjeu SRCE

L'analyse de la trame conforme au SRCE peut demander plus de temps que prévu ici, étant donné que 3 niveaux de trames sont conseillés: à l'échelle du peuplement en reliant des îlots par des arbres morts debout, à l'échelle du massif en reliant les RB par des îlots, à l'échelle de la région en reliant les grands massifs par des massifs plus petits.

Ce stage a permis de délimiter la portée de l'étude à réaliser, les termes qui seront employés par la suite et les objectifs précis. Il a fallu faire des choix dans le lexique et les étapes progressives du projet, ne pouvant satisfaire et les forestiers et les naturalistes. Ce stage est toutefois le début

de la création d'une concertation sur la création de la trame avec le réseau de forestiers régionaux.

L'étude de faisabilité d'une méthodologie à distance pour la cartographie et d'un protocole de vérification sur le terrain ont permis de définir un programme d'action pour identifier les zones à forte naturalité. La discussion sur les enjeux pesant sur ces îlots, basée sur une recherche bibliographique et des entretiens, met en avant des axes de prospective régionale pour la réflexion quant aux techniques d'accueil du public, tant pour les collectivités que pour les propriétaires privés.

Conclusion

La réalisation d'une trame de vieux bois régionale, favorable à la biodiversité forestière, est un des objectifs fixé par le schéma régional de cohérence écologique. La mise en place de cette trame demande une réflexion préalable sur la localisation d'îlots qui lui serait favorable. Le concept d'îlot de naturalité, îlots sans intervention de gestion humaine, a été retenu pour l'ensemble des caractéristiques qu'il rassemble : gros arbres à micro-habitats, bois mort au sol, bois mort debout, ancienneté, connectivité.

La cartographie des îlots de naturalité sur l'ensemble de la région s'est faite par le biais de la photo interprétation, qui permet dans un premier temps de repérer les arbres de gros diamètre. L'étude de relevés naturalistes permettrait de vérifier de manière indirecte la présence de micro-habitats et de bois mort. Ainsi on pourrait mettre en évidence sur la forêt privée et publique, la présence d'îlots de naturalité, favorable à la trame. Toutefois, ces îlots et cette trame prennent place dans un contexte particulier, celui de la région Île-de-France fortement urbanisée.

Outre l'identification et la désignation de la trame, la présence humaine forte induit des pressions qu'il faudra lever pour mener le projet à bien. Dans un premier temps, la pression foncière amène au morcellement de la forêt et à sa rentabilité. En forêt privée, il n'existe pas de statut de protection des îlots de naturalité, hors zones Natura 2000. Dans un second temps, le développement de la filière biomasse a tendance à concurrencer les îlots. Une stratégie globale pour la valorisation des gros bois, compatibles avec des objectifs de naturalité, serait plus favorable à la trame. En dernier lieu l'accueil du public est vu comme ayant tendance à dégrader ces zones de forêts naturelles. Les îlots de naturalité, bien que dangereux, sont appréciés des urbains qui recherchent la nature et l'isolement. Il faudrait donc veiller à communiquer autour de ces îlots et ne pas en interdire l'accès, sinon l'encadrer et le guider. Ces pistes de réflexion permettront de créer une trame de vieux bois régionale cohérente, valorisante pour les propriétaires privés, et en lien avec la population francilienne.

Ce stage réalisé à Natureparif a permis de réunir les différents acteurs concernés, de définir précisément les concepts et termes retenus et de faire une étude de faisabilité des différentes méthodes d'identification doublé d'une analyse des enjeux périurbains liés à l'étude. Ce travail devra être poursuivi pour aboutir à une cartographie concertée et fonctionnelle.

Bibliographie

Arnould, P., & Cieslak, C. (2004). Mise en scène d'objets de nature à Paris et Varsovie : les arbres remarquables de deux forêts périurbaines. *Natures Sciences Sociétés* , 157 - 171.

Attali, C. (2013). *Vers une filière intégrée de la forêt et du bois*. Paris.

Ayrault, J.-M. (2014). *Projet de loi n°1847. Projet de loi relatif à la biodiversité*. Consulté le Août 2015, sur Site de l'Assemblée Nationale française: <http://www.assemblee-nationale.fr/14/projets/pl1847.asp>

Berstein, L. S., Jun, X., Gregor, B., & Adler-Golden, S. (2012). Quick Atmospheric Correction Code : Algorithm Description and Recent Upgrades. *Optical Engineering* , pp. 111719-1 - 111719-11.

Biache, C. (2009). *Comment indemniser les pratiques de maintien de stade de développement matures et terminaux sylvicole?* Nancy: Mémoire de fin d'études ingénieur forestier.

Bouget, C., & Gosselin, F. (2012). Le volume de bois mort, un indicateur indirect de la biodiversité : une approche critique. *Revue Forestière Française* , LXIV (5).

Boutefeu, B. (2005). L'aménagement forestier en France : à la recherche d'une gestion durable à travers l'histoire. *Vertigo* , 12.

Bruciamacchie, M. (1989). Typologie des peuplements. *Revue Forestière Française* , XLI (6), pp. 507 - 512.

Brustel, H. (2004). *Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises*. Les dossiers forestiers de l'Office National des Forêts.

Bruxelles environnement. (2003). *Plan de gestion de la forêt de Soignes*. Bruxelles.

Centre Régional de la Propriété Forestière de Bretagne. (2010). *Guide pour l'élaboration d'une convention de passage du public avec une collectivité territoriale*. Consulté le Août 2015, sur Centre Régional de la Propriété Forestière de Bretagne: http://www.crfp.fr/bretagne/pdf-information/guide_convention.pdf

Centre Régional pour la Propriété Forestière d'Île-de-France. (2011). *Fiches techniques accueil du public payant et convention de passage*. Consulté le Août 2015, sur Centre Régional pour la Propriété Forestière d'Île-de-France: http://www.crfp.fr/ifc/telec/fiche_accueil_payant.pdf ; http://www.crfp.fr/ifc/telec/fiche_accueil_convention.pdf

Chambers, T. W., & Price, C. (1986). Forest tourism and recreation, case studies in environmental management : recreational congestion. *Journal of rural studies* , pp. 41 - 52.

Cian, J. (2013). *Mémoire de fin d'études de master : Influence de l'aménagement du territoire sur le potentiel de naturalité des forêts en Seine-et-Marne*.

Convention sur la Biodiversité Biologique. (1992). Rio de Janeiro.

Direction Régionale et Interdépartementale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt. (2015). La forêt privée en île-de-France en 2012. *Agreste Île-de-France* .

Direction Régionale et Interdépartementale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt. (2011). Plan Pluriannuel Régional de Développement Forestier 2012 - 2016.

Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie. (2013). *Schéma Régional de Cohérence Ecologique de la région Île-de-France*. Paris.

Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie. (2012). *Schéma Régional du Climat de l'Air et de l'Energie*. Paris.

Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France. (2011). *Bilan de la consommation des espaces agricoles et naturels en île-de-France entre 2004 et 2007*. Consulté le Août 2015, sur http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/noteSynthese_editee_mai2011_cle2839f8.pdf

Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France. (1994). *Schéma Directeur de la Région Île-de-France*. Consulté le Août 2015, sur Site de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France: <http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/sdrif-1994-r11.html>

Dorst, J. (1999). *L'avenir de la forêt de Fontainebleau. Rapport au ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement*. Paris.

Drake, J., & Dubayah, R. (2002). Sensitivity of large-footprint lidar to canopy structure and biomass in neotropical rainforest. *Remote Sensing Environment* , pp. 378 - 392.

Dubois, J.-J. (2000). Les forêts urbaines et périurbaines : des modèles à réinventer ? *Bulletin de l'Association des Géographes Français* , 175 - 188.

Dupouey, J.-L., & Dambrine, E. (2004). *Importance spatiale et mécanisme de maintien des variations de biodiversité forestière résultat des pratiques agricoles passées*. Nancy: Institut National pour la recherche Agronomique.

Duvigneaud, P. (1974). *La synthèse écologique*. Paris: Doin.

Environment DG, European Commission. (1999). Sustainable tourism and Natura 2000.

Environmental Systems Research Institute. (2011). ArcGIS Desktop : Release 10. Redlands, Canada.

European Environment Agency. (2015). *Indicator assesment : forest, deadwood*. Consulté le 2015 Août, sur European Environment Agency: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/forest-deadwood-1/assessment-1>

European Environment Agency. (2012). *Wilderness Quality Index*. Consulté le Août 2015, sur European Environment Agency: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/wilderness-quality-index>

Exelis Visual Informations Solutions. (2014). Users' Guide. Boulder, Colorado.

Fernez, T., Lafon, P., & Hendoux, F. (2015). *Guides des végétations remarquables de la région Île-de-France*. Paris: Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien, Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie d'Île-de-France.

Food and Agriculture Organisation of the United Nations. (2004). *Urban woods for people*. Consulté le Août 2015, sur Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/forestry/6519-0b86464bbdc4589ff91951990dc9d5b42.pdf>

Genç, L., Dewitt, B., & Smith, S. (2004). Determination of wetland vegetation Height with Lidar. *Turkish journal of agriculture and forestry* , 28 (1), pp. 63 - 71.

Gosselin, F., Paillet, Y., Gosselin, M., Durrier, S., & Larrieu, L. (2013). *Gestion forestière, naturalité et biodiversité. Rapport Final*. Paris.

Grenelle Environnement. (2007). Paris.

Guéret, A. (2014). *Acceptabilité sociale de l'exploitation forestière en forêts périurbaines : identifier les coupes sensibles pour adapter la gestion au quotidien*. Nancy.

Inddigo. (2012). *Etude préalable à l'élaboration du volet combustion de la biomasse en filière collective du SRCAE*. Paris.

Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France. (s.d.). Mode d'occupation du sol.

Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France; Natureparif. (2008). Ecomos 2008.

Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques. (2010). Données de population carroyées à 200 mètres.

Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques. (2012). Emplois dans le secteur forestier en Île-de-France. *A la page* .

Institut national de l'information géographique et forestière. (2010). BD Topo, BD Carthage.

Institut national de l'information géographique et forestière. (2014). Résultats d'inventaire forestier. Campagnes 2009 - 2013. Paris.

Jenks, G. (1967). The Data Model Concept in Statistical Mapping. *International Yearbook of Cartography* , pp. 186 - 190.

Larrieu, L., & Gonin, P. (2008). L'indice de biodiversité potentielle : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue Forestière Française* , LX (6), 727 - 748.

- Legenne, C., & Laruelle, N. (2005). La ceinture verte d'Île-de-France, un espace de vie à réinventer. *Elements pour un nouveau partage de l'espace périurbain dense* .
- Lesslie, R. G., Mackey, B. G., & Preece, K. M. (1998). A computer-based method of wilderness evaluation. *Environmental Conservation* , pp. 225 - 232.
- Maresca, B. (2000). *La fréquentation des forêts publiques en Île-de-France*. Paris: Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de vie.
- Millenium Ecosystem Assesment. (2001). Millenium Ecosystem Assesment.
- Mitchell, K. (2007). *Quantitative Analysis by the Point-Centered Quarter Method*. Geneva: Department of Mathematics and Computer Science, Hobart and William Smith Colleges.
- Moigneu, T. (2005). *Gérer les forêts périurbaines*. Paris: Office National des Forêts.
- Mongeau, S. (1998). *L'écosophie ou la sagesse de la nature*. Paris: Les éditions écosociétés.
- Morand, S., & Barbault, R. (2003). *Stratégie nationale de recherche sur la biodiversité*. Paris: Ministère délégué à la recherche et aux nouvelles technologies et secrétariat d'état au développement durable.
- Natureparif. (2010). *Etat de santé de la biodiversité en Île-de-France : les indicateurs oiseaux, chauve-souris et papillons*. Consulté le Août 2015, sur Natureparif: http://www.natureparif.fr/attachments/temp/Dossierdepresse_indicateurs.pdf
- Nivet, C., Gosselin, M., & Chevalier, H. (2012). Evaluation des indicateurs nationaux de biodiversité forestière. Dans C. Nivet, I. Bohême, & J.-L. Peyron, *Les indicateurs de biodiversité forestière* (pp. 41 - 54). Paris: Groupement d'Intérêt Public Ecologie Forestière, Ministère de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Energie .
- Observatoire National de la Biodiversité. (2015). *Évolution en métropole des volumes de bois particulièrement favorables à la biodiversité liée aux stades vieillissants des arbres*. Consulté le Août 2015, sur Observatoire National de la Biodiversité: <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/evolution-en-metropole-des-volumes-de-bois-particulierement-favorables-a-la-biodiversite>
- Observatoire National de la Biodiversité. (2015, Mai). *Proportion de français définissant la forêt comme un réservoir de biodiversité*. Consulté le Août 2015, sur Observatoire National de la Biodiversité: <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/proportion-de-francais-definissant-la-foret-comme-un-reservoir-de-biodiversite>
- Office National des Forêts. (2011). *Une forêt refuge d'une biodiversité urbaine*. Consulté le Août 2015, sur Office National des Forêts: <http://www.onf.fr/enforet/la-malmaison/@@index.html>
- Omont, L. (2012). *La filière bois en Île-de-France*. Paris.

Peyron, J.-L., Harou, P., Niedzwiedz, A., & Stenger, A. (2002). *National Survey on demand for recreation in French forests*. Laboratoire d'Economie Forestière. Ecole National du Génie Rural des Eaux et des Forêts. Institut National de la Recherche Agronomique.

Pro Silva France. (2012). *Importance et rôles des gros bois et très gros bois en France. Synthèses croisées et recommandations pour une gestion durable*.

R Development Core Team. (2008). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

Ranius, T., & Hedin, J. (2001). The dispersal rate of a beetle, *Osmoderma eremita*, living in tree hollows. *Oecologia* (126), 363 - 370.

Réseau des alternatives forestières pour une forêt vivante et habitée. (2014). *Bois d'oeuvre en filière courte*. Consulté le Août 2015, sur Réseau des alternatives forestières pour une forêt vivante et habitée: <http://alternativesforestieres.org/-Bois-d-oeuvre-en-filiere-courte->

Rossi, M., & Vallauri, D. (2013). *Evaluer la naturalité, guide pratique, version 1.2*. Marseille: World Wildlife Fund.

Roussel, I. (2000). La Nature dans la ville. *Bulletin de l'Association des Géographes Français* , 123 6 188.

Rovillé, M., & Aufray, R. (2012). *Erosion de la biodiversité, crises d'extinction : de quoi s'agit-il?* Consulté le Août 2015, sur CNRS: http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapA_p2_f1

Schlumberger, V. (2002). Les possibilités d'ouverture au public des forêts privées - Le cas de l'Île-de-France. *Ingénieries* , pp. 71-77.

The Gallup Organisation. (2010, Mars). *Attitude of Europeans toward the issue of Biodiversity : wave 2*. Consulté le Août 2015, sur European Commission: http://ec.europa.eu/public_opinion/flash/fl_290_en.pdf

Vallauri, D., André, J., & Blondel, J. (2002). *Le bois mort, un attribut vital de la biodiversité de la forêt naturelle, une lacune des forêts gérées*. Paris: World Wildlife Fund.

Van der Linden, B., Smeenge, H., & Verjart, F. (2004). *Sustainable Forest Degeneration in Bialowieza*. Helsinki.

Vanier, M. (2002). Les espaces du politique : 3 réflexions pour sortir des limites du territoire. *Ces territorialités qui se dessinent* , 75 - 89.

Wye Valley Area of Outstanding natural Beauty. (2015). *Post-consultation Amended Document Management Plan 2015 - 2020*. Consulté le Août 2015, sur Wye Valley Area of Outstanding natural Beauty: http://www.wyevalleyaonb.org.uk/images/uploads/general/AONB_MP_2015-20_Post-Consultation_draft_%28amended%29_May_15.pdf

Zucca, M., Birard, J., & Turcati, L. (2013). *Diagnostic de l'état de l'état de santé de la biodiversité en Île-de-France*. (Natureparif, Éd.) Consulté le Août 2015, sur Natureparif: http://www.chartebiodiversite-idf.fr/sites/default/files/Diagnostic_regional_biodiversite_2013.pdf

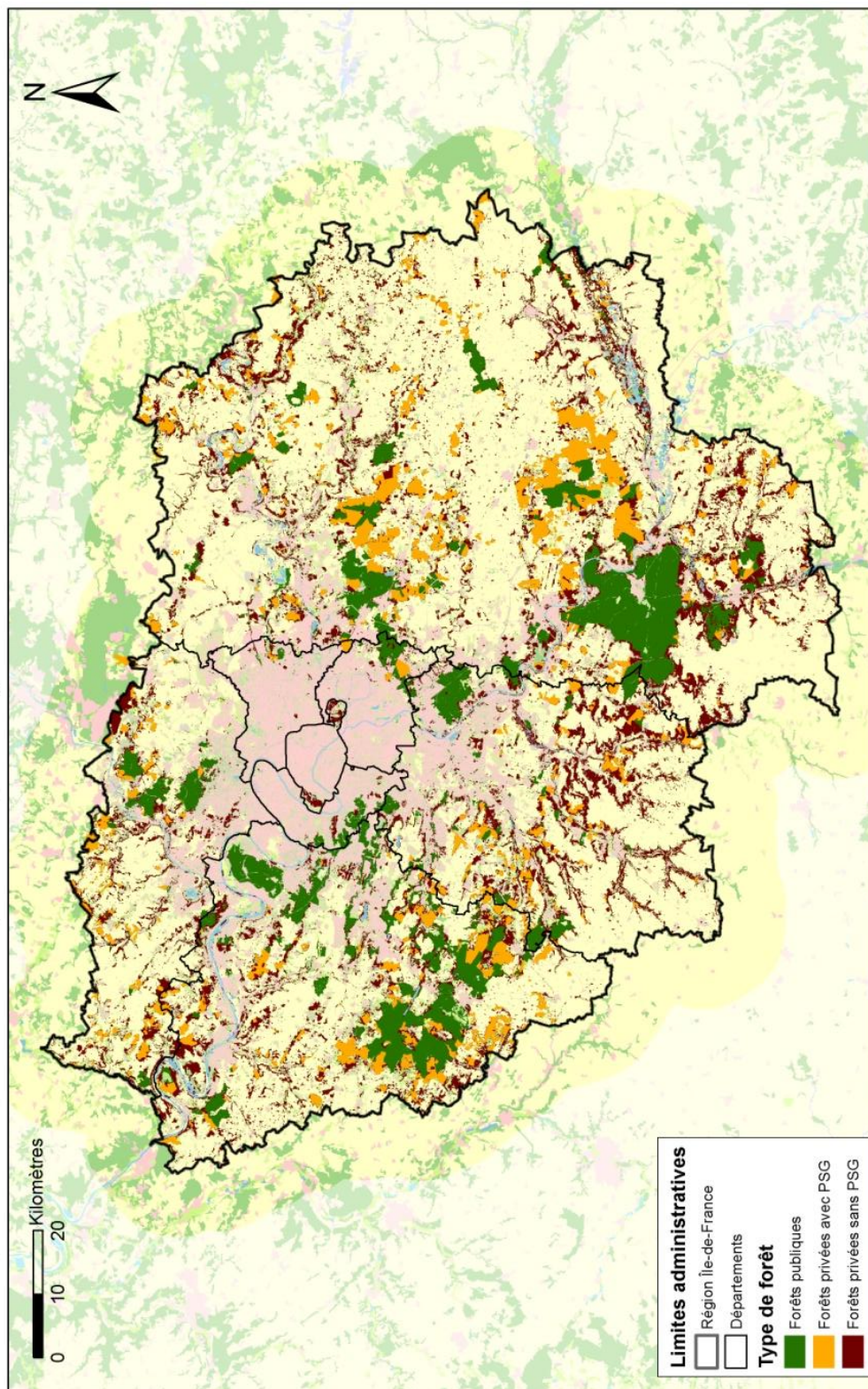
Liste des contacts

Olivier PATRIMONIO	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie
Nicolas CORNET	Institut d'Aménagement et d'Urbanisme
Grégoire MARTIN	Conservatoire des Espaces Naturels Sensibles - Essonne
Johanna DUMORTIER	Conseil départemental du Val d'Oise
Olivier PRATTE	Agence des Espaces Verts
Guy LANDMANN	Groupement d'Intérêt Public ECOFOR
Marc LAPORTE	Centre Régional de la Propriété Forestière
Jean-Michel PORTIER	Conseil départemental des Yvelines
Olivier MARCHAL	Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse
Audrey MURATET	Natureparif
Maxime ZUCCA	Natureparif
Mustapha TAQARORT	Natureparif
Maxime KAYADJANIAN	Natureparif
Franck JACOBEE	Office National des Forêts
Pierre-Emmanuel SAVATTE	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
Laurent TILLON	Office National des Forêts
Frédéric GOSSELIN	Institut national de Recherche en Sciences et en Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
Sylvain DUCROUX	Office National des Forêts
Aurélie RANSAN	Agence des Espaces Verts
Frédéric ARCHAUX	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
Frédéric GOSSELIN	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
Daniel VALLAURI	World Wildlife Fund
Françoise VANDEPUTTE	Agence des Espaces Verts
Frédéric BELOEIL	Inventaire Forestier à l'IGN
Eric DUFRENE	Centre National de la recherche Scientifique
Kamel SOUDANI	Centre National de la recherche Scientifique
Bruno MERIGUET	Office pour la Protection des Insectes et leur Environnement
Gilles CARCASSES	Communauté de Communes de Cergy
Pierre ZAGATTI	Institut National pour la Recherche Agronomique
Maxime COLIN	Réserves Naturelles de France
Charlotte ROUCHON	Natureparif

Table des annexes

Annexe 1 : Carte des forêts bénéficiant d'un plan simple de gestion au 23/04/2015 en Île-de-France .	70
Annexe 2: Les statuts de protection du patrimoine naturel en Île-de-France, définitions, surface et localisation	71
Annexe 3 : Présentation de Natureparif, la structure d'accueil	79
Annexe 4 : Etudes portant sur la naturalité et les réseaux de vieux bois consultées comme bibliographie initiale pour bâtir le projet actuel	80
Annexe 5 : Composition du comité de suivi	81
Annexe 6 : Protocole précis de télédétection	82
Annexe 7 : Résultats des différentes tentatives d'analyse en télédétection	83
Annexe 8 : Zoom sur la localisation des îlots repérés dans les Yvelines et le Val d'Oise.....	84
Annexe 9 : Critères de sélections pour l'étude des différentes communautés pour connaître les îlots de naturalité.....	86
Annexe 10 : Coefficients et espèces liées au bois mort, issus de la thèse de Brustel.....	87
Annexe 11 : Script R de l'analyse de l'indice de saproxylation.....	91
Annexe 12: Cartes des 6 critères de naturalité potentielle.....	93
Annexe 13: Protocole et fiches de terrain.....	99
Annexe 14 : Script R de l'analyse des données de terrain	101

Propriétés disposant d'un plan simple de gestion en Île-de-France en avril 2015



Sources : CRPF, ONF
Auteur : Alice Rodicq

04/09/2015

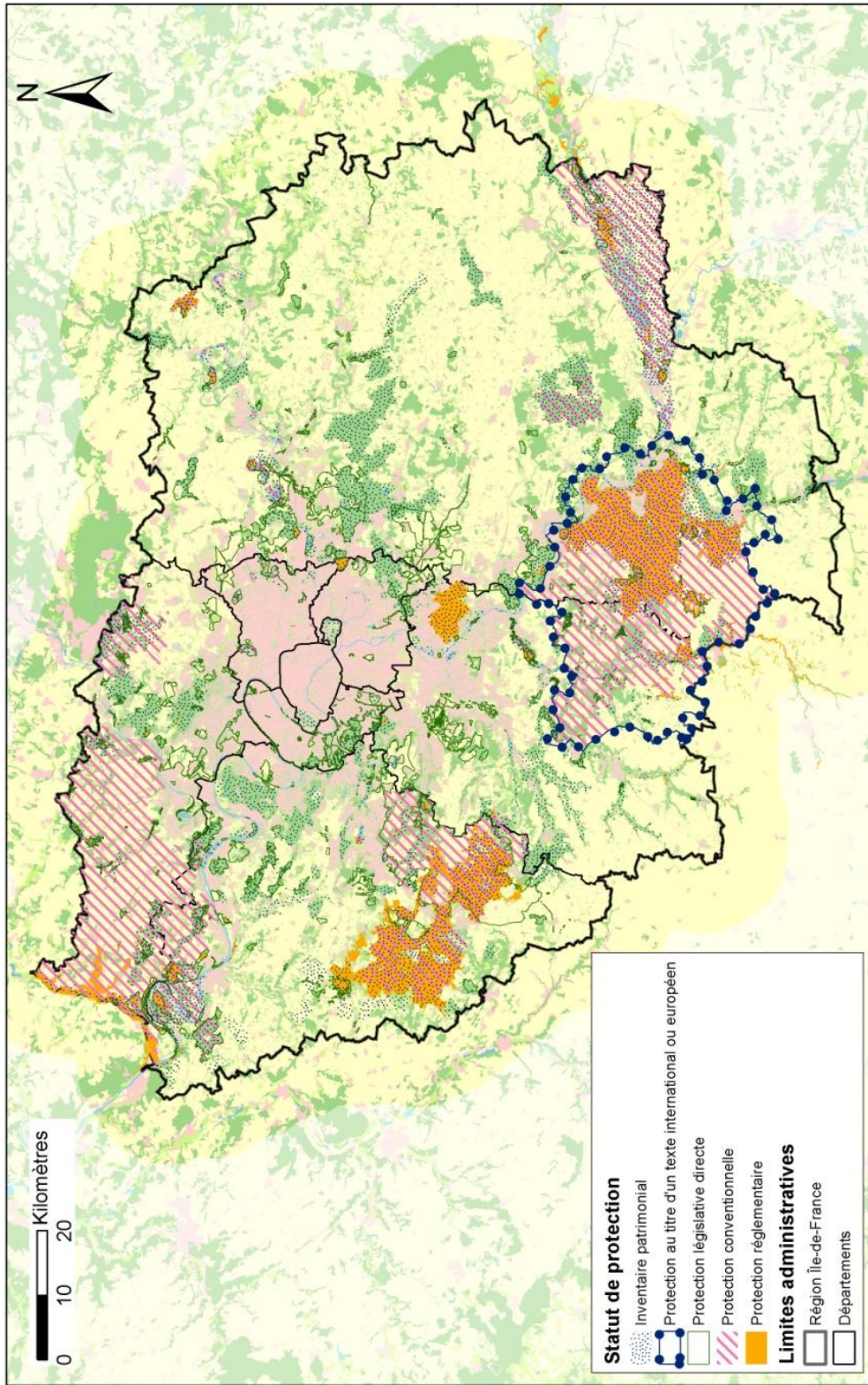


Annexe 2: Les statuts de protection du patrimoine naturel en Île-de-France, définitions, surface et localisation

	Définition	Proportion de la surface régionale (%)	Proportion de surface forestière (%)
Inventaire patrimonial	Recensement de zones favorable à la biodiversité. Pas de mesures sur le site.	20,27	67,00
ZNIEFF I	<i>Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique type I</i> Secteur de grand intérêt biologique ou écologique abritant au moins une espèce ou un habitat rare.	5,53	78,72
ZNIEFF II	<i>Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique type II</i> Grand ensemble naturel riche et peu modifié, offrant des potentialités biologiques importantes	13,94	71,92
ZICO	<i>Zone importante pour la conservation des oiseaux</i> Zone issue d'un inventaire scientifique pour recenser les sites favorables aux populations d'oiseaux.	6,36	53,49
Protection au titre d'un texte international ou européen	Protection affectée par un organisme international ou l'Europe	9,70	42,48
Réserve de biosphère.	<i>Protection délivrée par l'UNESCO (United Nations for Education, Science and Culture Organisation)</i> Aire définie pour ces enjeux de conservations, avec un zonage concentrique : la zone centrale doit être dédiée à la conservation, la zone tampon peut développer des activités en lien avec la conservation, la zone de transition extérieur inclut des pratiques d'exploitation durables.	9,70	42,48
Protection conventionnelle	Aires protégées par une démarche volontaire des acteurs locaux validée au travers d'une convention	20,27	40,70
Natura 2000	Mise en œuvre d'un réseau européen de sites fragiles ou rares. Les zones Natura 2000 sont soumises à un diagnostic régulier de l'état du site et à une étude d'impacte pour les nouveaux projets dans l'emprise de la protection.	8,01	65,10
Parc naturel régional	Vaste territoire à forte valeur écologique et paysagère où les collectivités et l'état s'engagent à la mise en valeur de ce patrimoine dans une logique de développement durable.	13,92	31,10
Protection législative directe	Protection par l'état via une loi ou par les collectivités via acquisition foncière	7,46	51,06
Acquisition foncière par préemption	Acquisition des terrains par la collectivité pour s'assurer d'y mener une gestion favorable à la biodiversité	3,25	42,77

Espace naturel sensible des départements	Acquisition des milieux naturels remarquables pour assurer un rôle scientifique, d'éducation et de conservation	4,75	57,23
Protection réglementaire	Zones régies par arrêté ou par décret pour interdire ou limiter les activités humaines préjudiciables à l'environnement	5,79	88,90
Arrêté de protection de biotope	De surface généralement réduite, l'arrêté de protection de biotope ne donne pas de mesure de gestion mais est limité à l'interdiction et à l'encadrement des pratiques.	0,16	51,47
Forêt de protection périurbaine	Protection des bois et forêts, quels que soient leurs propriétaires, situés à la périphérie des grandes agglomérations, ainsi que dans les zones où leur maintien s'impose, soit pour des raisons écologiques, soit pour le bien-être de la population.	4,82	94,40
Réserve biologique (intégrale et dirigée)	Réserves exclusivement en forêt publique où le peuplement est laissé en libre évolution (réserve intégrale) ou quelques actions de gestion conformes à l'arrêté de réserve peuvent avoir lieu pour l'entretien des milieux ouverts et humides (réserve dirigée)	0,16	97,92
Réserve naturelle nationale	Réserve désignée par l'Etat, la réglementation permet d'exclure, de restreindre ou d'organiser les activités humaines qui mettent en cause le patrimoine à protéger. Sont notamment visés les travaux, la circulation des personnes, des animaux et des véhicules, les activités agricoles, pastorales et forestières.	0,10	73,00
Réserve naturelle régionale	Réserve désignée par la Région, la réglementation permet d'exclure, de restreindre ou d'organiser les activités humaines qui mettent en cause le patrimoine à protéger. Sont notamment visés les travaux, la circulation des personnes, des animaux et des véhicules, les activités agricoles, pastorales et forestières	0,08	37,37
Site classé	Législation à destination des sites importants pour le paysage visant à conserver leurs caractéristiques de toute atteinte grave.	3,34	88,26
TOTAL		35,41	46,03
Réservoir de biodiversité SRCE	Constitué de protection réglementaire forte (arrêté de protection de biotope, réserves naturelles régionales et nationales, forêts de protections périurbaines, sites classés, réserves biologiques de l'ONF) et les sites Natura 2000 et les zones d'inventaire patrimonial : ZNIEFF et ZICO.	20,74	68,18

Protections du patrimoine naturel en Île-de-France

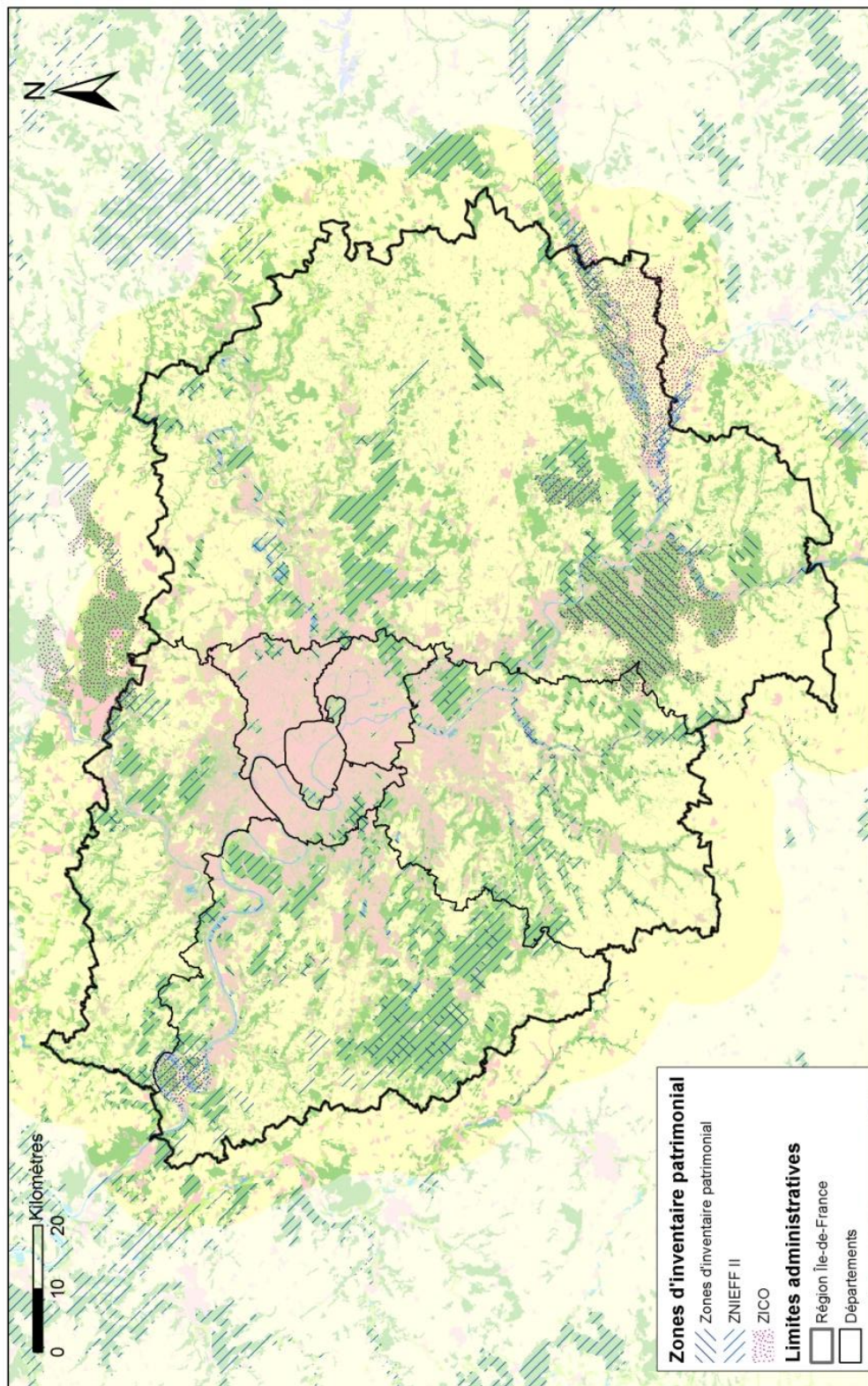


Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
 Auteur : Alice Rodicq

05/08/2015



Statut de protection en Île-de-France : les zones d'inventaire patrimonial

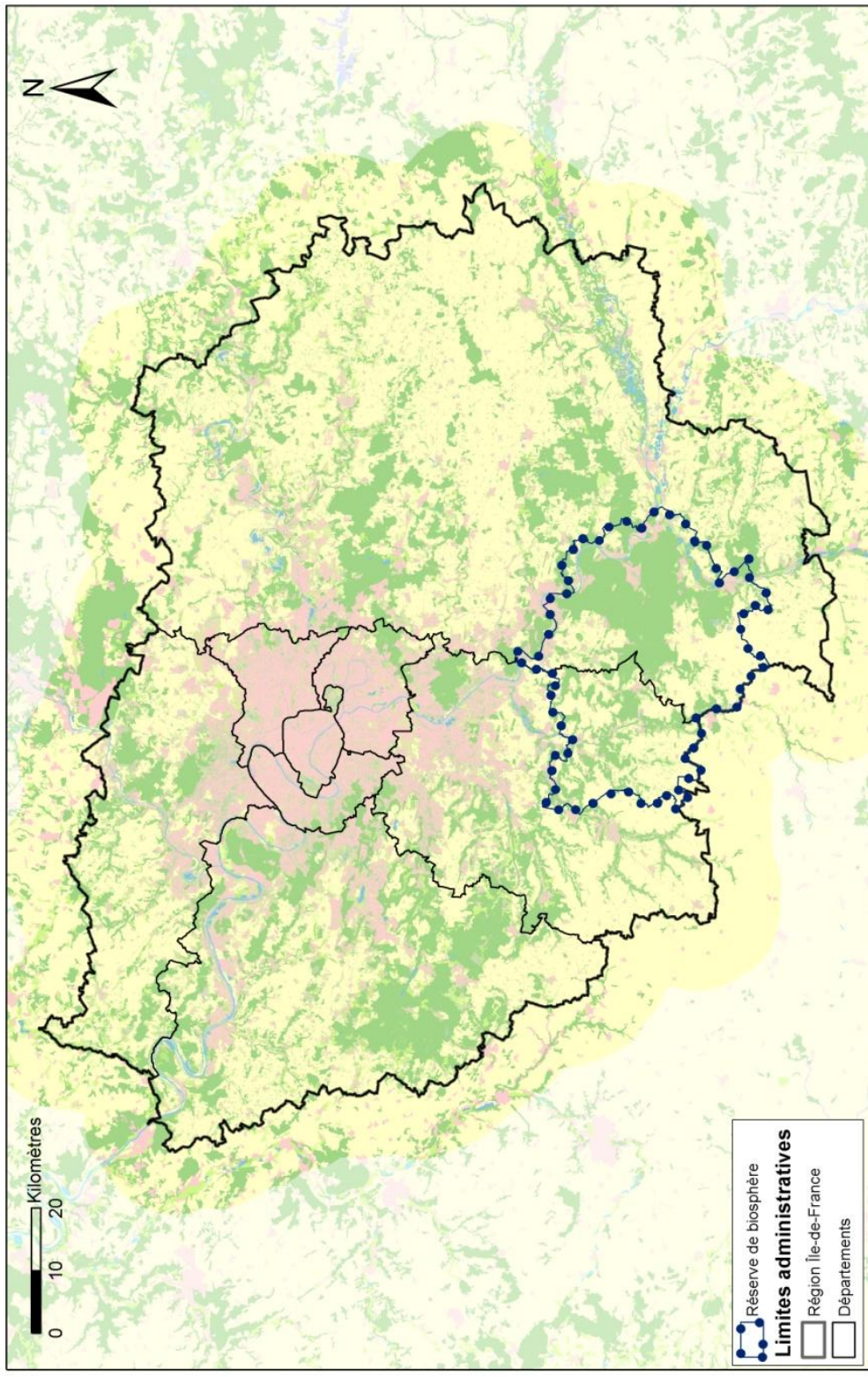


Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
Auteur : Alice Rodicq

05/08/2015



Statut de protection en Île-de-France : protection au titre d'un texte international

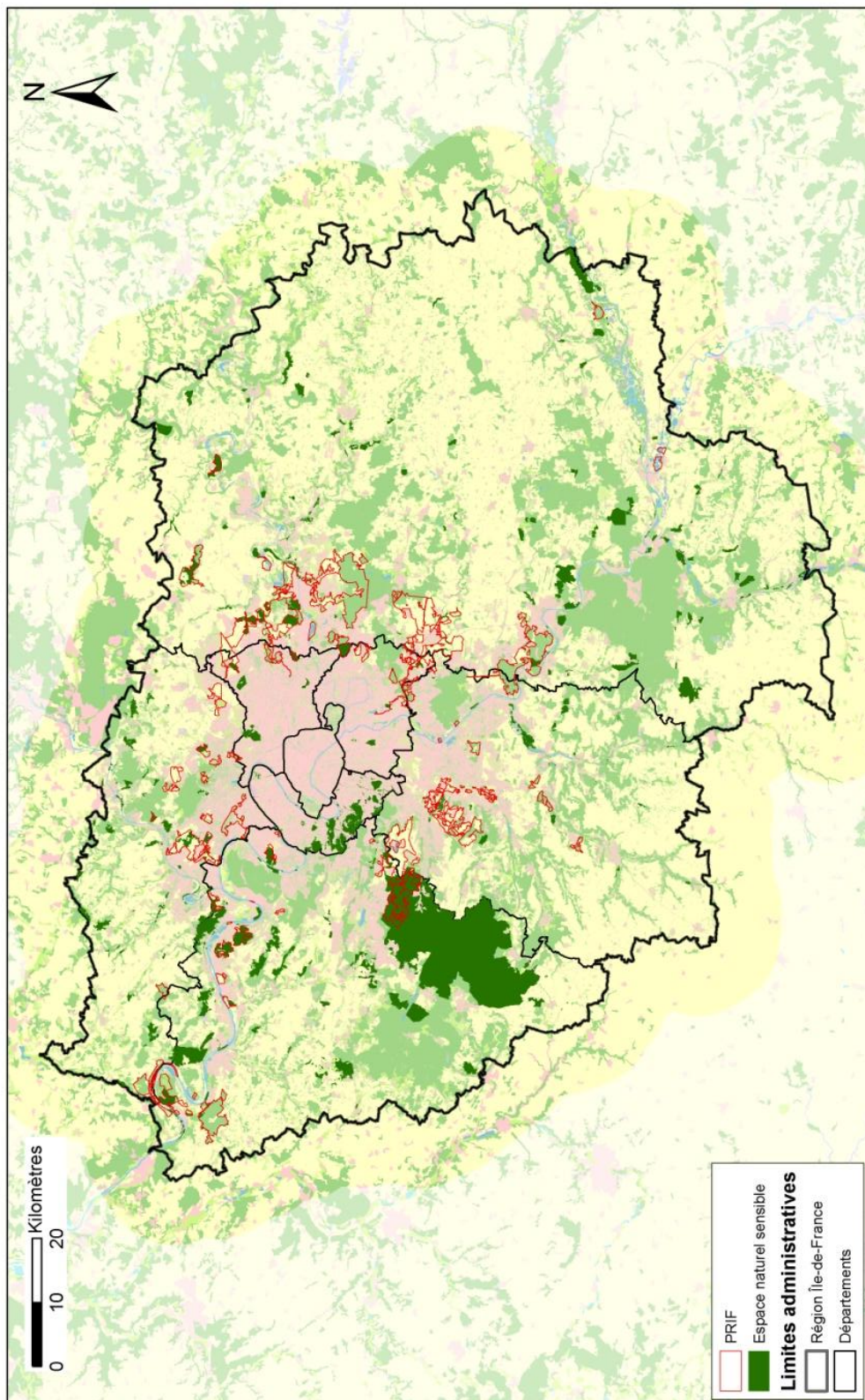


Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
Auteur : Alice Rodicq

04/09/2015



Statut de protection en Île-de-France : protection législative directe par acquisition

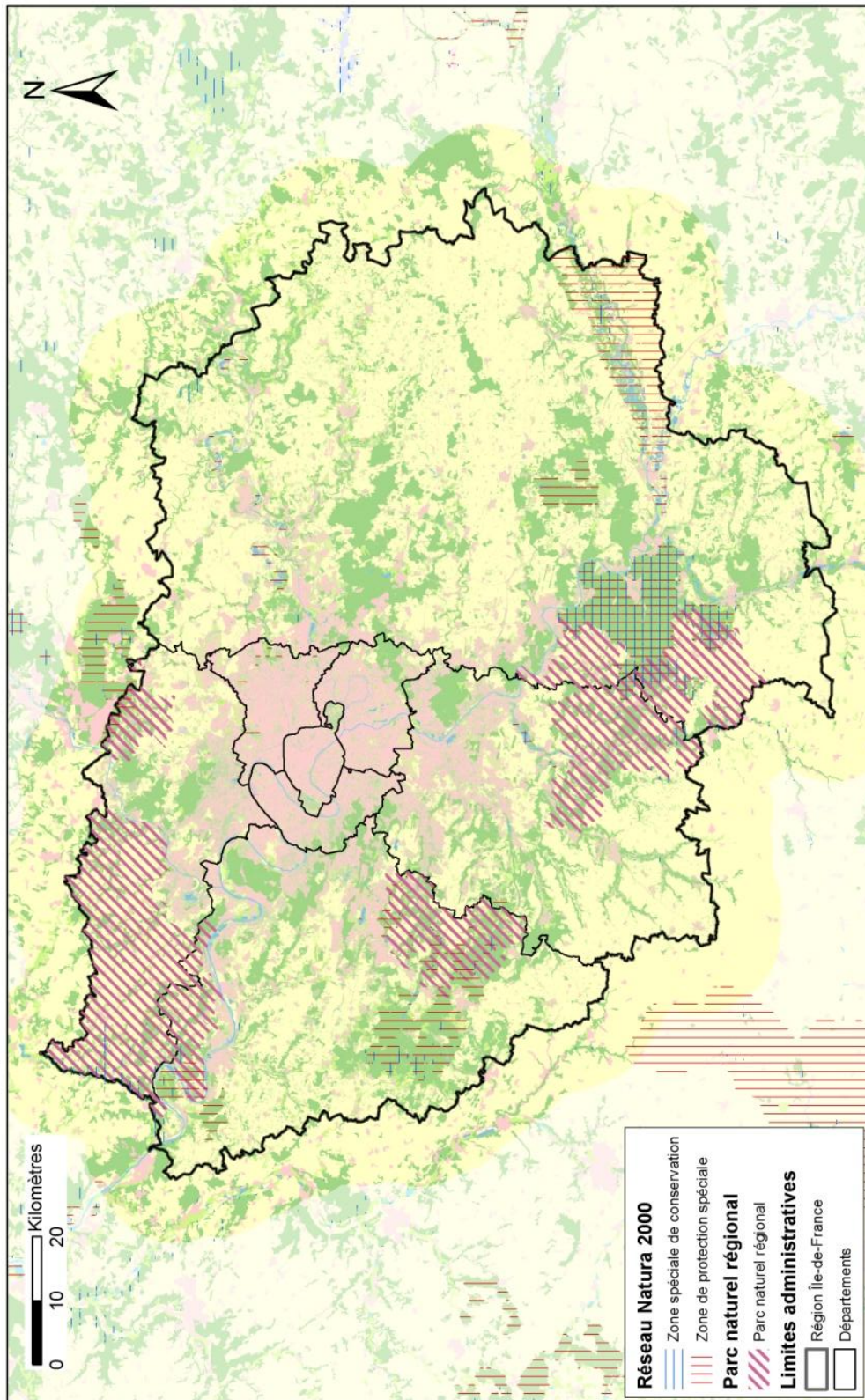


Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
Auteur : Alice Rodicq

04/09/2015



Statut de protection en Île-de-France : protection conventionnelle

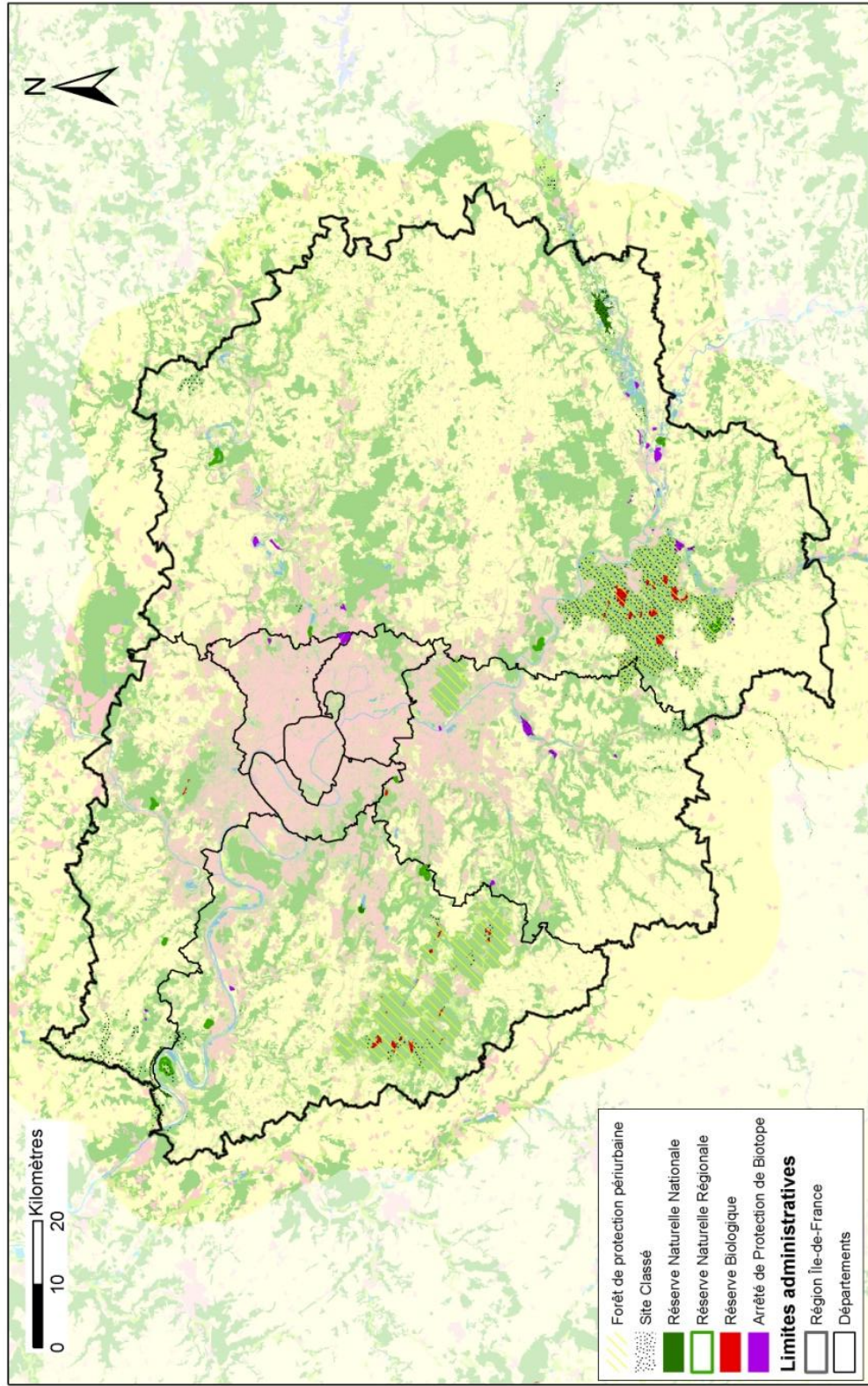


Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
 Auteur : Alice Rodicq

04/09/2015



Statut de protection en Île-de-France : protection réglementaire



Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
Auteur : Alice Rodicq

04/09/2015



Annexe 3 : Présentation de Natureparif, la structure d'accueil

Natureparif, l'agence francilienne pour la nature et la biodiversité, est une association de loi 1901 qui a vocation à rassembler et diffuser les connaissances acquises par les différents acteurs du milieu naturaliste sur le patrimoine naturel régional. Créé en 2008 dans le cadre de la mise en œuvre de la première Stratégie pour la Biodiversité de la Région Île-de-France, cet organisme subventionné essentiellement par la Région est un des quatre observatoires régionaux initiés par la Direction Environnement de la Région Île-de-France. La création de Natureparif découle du besoin d'une structure d'échange entre les acteurs de la biodiversité : scientifiques, associations, entreprises, gestionnaires, collectivités, pour connaître, mettre en valeur et préserver la biodiversité régionale.

Pour répondre à ses objectifs, l'agence est organisée en trois pôles. Le pôle « Observatoire », au sein duquel j'ai réalisé mon stage, est consacré à la valorisation des connaissances relatives à la biodiversité du territoire francilien. La mission principale est de réunir et animer la communauté naturaliste pour fournir régulièrement un état des lieux de la biodiversité, par des indicateurs, une base de données, des cartes d'observations, des fiches espèces... Ces derniers doivent fournir des informations fiables et actualisées aux décideurs pour les orienter dans leurs tâches (exemple : les listes rouges régionales des oiseaux et de la flore vasculaire). Le Pôle observatoire assiste la Région et l'Etat dans le déploiement régional de politiques publiques en lien avec la biodiversité, telles que le SRCE et la Stratégie de Création des Aires Protégées. Enfin, il coordonne des études susceptibles d'améliorer les connaissances de la biodiversité sur le territoire francilien.

Le Pôle « Forum des acteurs » a pour objectif de mettre en réseau les différents acteurs du territoire – collectivité, entreprises, grand public, scientifiques, etc. –, notamment via des rencontres d'envergure régionale ou des colloques internationaux, et de promouvoir les bonnes pratiques en éditant des outils sous forme de guides techniques pour les aider dans leurs démarches de préservation de la biodiversité (exemple : le guide « Bâtir en favorisant la biodiversité »). Il propose également des indicateurs de pratiques à l'image de l'indicateur « zéros pesticides ». Dans le contexte urbain spécifique à l'Île-de-France, ce pôle est particulièrement spécialisé sur les problématiques de nature en ville, et ses divers usages, tels que l'agriculture urbaine.

Enfin, le Pôle « Pédagogie et communication » réunit des outils pour sensibiliser le grand public – adultes et enfants - aux questions de biodiversité, en particulier en ville. Des formations sont proposées aux animateurs afin de développer le volet naturaliste de leurs activités pédagogiques (exemple : formation papillons de nuit ou brame du cerf), des outils pédagogiques créés et mis à disposition de tous. De même, des conférences grand public sont régulièrement proposées sur des thèmes touchant à la biodiversité et à sa préservation.

Natureparif étant un organisme public, toutes ses productions sont gratuites et accessibles à tous.

Annexe 4 : Etudes portant sur la naturalité et les réseaux de vieux bois consultées comme bibliographie initiale pour bâtir le projet actuel

Auteur	Année	Objectifs	Aire d'étude	Type de forêt	Résultat
Tositti, Arnaud	2004	Mise en place d'un réseau d'IVB	Forêt Domaniale de Rambouillet	Publique	Un réseau de 48 îlots sélectionnés
Cateau, Eugénie	2013	Mise en place d'un réseau d'IVB	Forêts du Mont-Ventoux	Public	Un réseau de 74 îlots sélectionnés
Victoire, Coralie	2013	Evaluation de la naturalité et typologie des vieilles forêts pyrénéennes	Grande région Ecologique des Pyrénées	Privée et publique	194 sites répertoriés, dont 28 avec un degré de naturalité très fort
De Vos, Elise	2014	Mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence	Parc régional Naturel des Vosges du Nord	Publique	3 sites ajoutés pour compléter la connectivité des îlots déjà installés
Office National des Forêts	2005	Mise en place d'îlots de vieillissement	Charte Forestière de Territoire du Morvan	Publique	Conseil pour une méthode de mise en place d'îlots et suivi de leur naturalité
Grollier, Thibault	2013	Mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence	Réserve Naturelle du ravin de Valbois	Privée	Un unique îlot potentiel
Cian, Julien	2013	Etude de la naturalité potentielle des forêts de Seine-et-Marne	Département de Seine-et-Marne	Privée et Publique	Carte de naturalité potentielle

Annexe 5 : Composition du comité de suivi

Présents à la réunion du 11/06/2015

Olivier PATRIMONIO	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie
Nicolas CORNET	Institut d'Aménagement et d'Urbanisme
Grégoire MARTIN	Conservatoire des Espaces Naturels Sensibles - Essonne
Johanna DUMORTIER	Conseil départemental du Val d'Oise
Olivier PRATTE	Agence des Espaces Verts
Guy LANDMANN	Groupement d'Intérêt Public ECOFOR
Marc LAPORTE	Centre Régional de la Propriété Forestière
Jean-Michel PORTIER	Conseil départemental des Yvelines
Olivier MARCHAL	Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse
Audrey MURATET	Natureparif
Maxime ZUCCA	Natureparif
Mustapha TAQARORT	Natureparif
Maxime KAYADJANIAN	Natureparif

Ont été excusés mais sont tenus au courant des suites de l'étude en faisant partie du comité de suivi

Franck JACOBEE	Office National des Forêts
Pierre-Emmanuel SAVATTE	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
Laurent TILLON	Office National des Forêts
Frédéric GOSSELIN	Institut national de Recherche en Sciences et en Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

Prétraitement

Pour avoir une image homogène et exploitable, il est nécessaire d'appliquer des corrections aux images satellites. En premier lieu, la correction atmosphérique est réalisée ; elle permet de supprimer les informations lumineuses liées aux particules de l'atmosphère et les déformations dues à la position du satellite au moment de la prise de vue. La valeur de chaque pixel (codée de 1 à 2^8) est convertie en valeur de radiance. Dans un second temps, les 9 images nécessaires pour couvrir le territoire de l'Île-de-France sont mosaïquées. La correction atmosphérique est une étape très chronophage qui doit se faire image par image, avec en moyenne 7 heures de traitement par image. Cette correction a été réalisée grâce au module *Quick Atmospheric Correction* (Berstein, Jun, Gregor, & Adler-Golden, 2012) du logiciel ENVI.

Analyse par classification supervisée

Un des objectifs de la télédétection est de classifier l'utilisation du sol à partir des signaux spectraux des pixels. La classification supervisée permet à l'utilisateur de définir des zones connues comme zones de référence de chaque usage du sol, les signaux des zones sont étudiés par le logiciel puis chaque pixel est classé dans la classe la plus ressemblante. L'algorithme du maximum de vraisemblance a été utilisé

Cette méthode dépend de plusieurs paramètres : la définition des zones d'apprentissage, les seuils de classification ou de refus et les bandes choisies. Plusieurs combinaisons de ces paramètres sont utilisées pour obtenir un résultat le plus précis possible.

De plus d'autres canaux d'analyse peuvent être ajoutés aux 4 canaux des couleurs, permettant ainsi de mettre en avant des indices de végétation ou encore de texture. La texture étudie les relations entre pixels voisins, en étant calculée par une fenêtre glissante sur l'ensemble de l'image. Huit paramètres sont calculés pour chacune des bandes (moyenne, variance, homogénéité, contraste, dissimilarité, entropie, second moment, corrélation). Des études récentes montrent que la texture apporte une information supplémentaire forte dans la classification de l'usage du sol. Pour avoir une classification efficace, il faut avoir un nombre de bandes faible pour garder un temps de traitement raisonnable mais qui comporte le plus d'information possible. Pour cela, nous avons retenu l'homogénéité de la bande de l'infrarouge qui, visuellement, semble bien différencier les vieilles futaies.

Pour gagner en efficacité de traitement, un masque contenant uniquement les zones forestières définies par le MOS (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France; Natureparif, 2008) a été utilisé. Ainsi les zones urbaines et agricoles n'ont pas été étudiées par le logiciel, ce qui améliore considérablement le temps de traitement. A ce titre, je me suis intéressée à 4 types d'usages du sol forestier, qui correspondent à 4 intensités du couvert végétal, les âges donnés se réfèrent au chêne, essence largement dominante dans la région :

Les zones d'apprentissage et de vérification ont été définies sur les 87 îlots qui ont été portés à notre connaissance par le comité de suivi du projet, 1/3 ont servi à l'identification et 2/3 à la vérification.

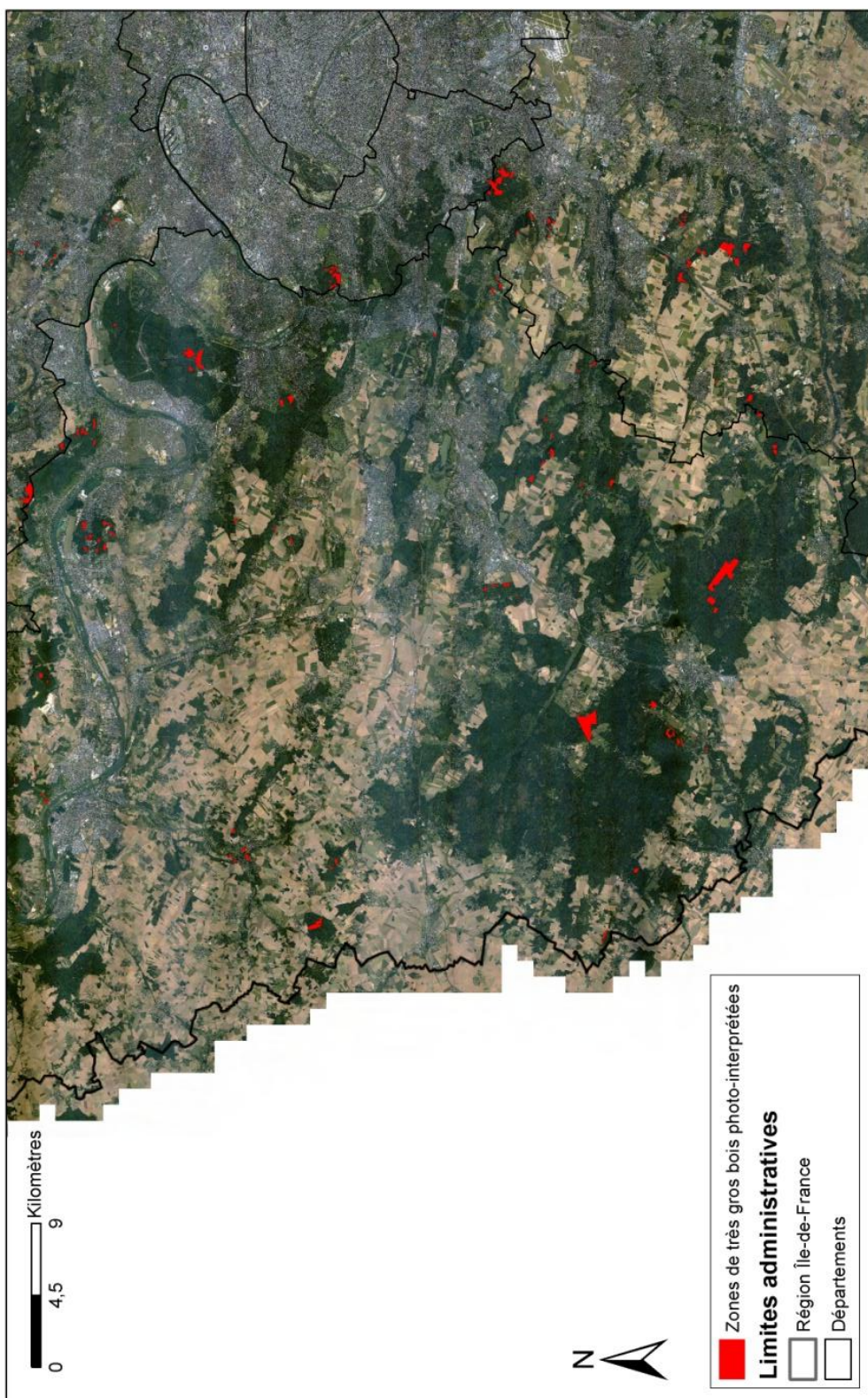
Les zones de vérification servent de test, pour valider si l'apprentissage sur les zones d'identification a renvoyé une bonne utilisation du sol. Une précision globale indique si la classification a été efficace (précision supérieure à 0,86) et la matrice de confusion détaille les classes qui ont été confondues.

Annexe 7 : Résultats des différentes tentatives d'analyse en télédétection

Bandes utilisées	Zone de traitement	Seuil	Apprentissage	Pourcentage de précision globale	Validation de la classification
4 Bandes SPOT	Forêts anciennes selon la carte de Cassini	0,1	Sélection 2	48 %	Refus
4 Bandes SPOT	Toutes les forêts	0,1	Sélection 1	26 %	Refus
Variances des 4 bandes SPOT	Forêts anciennes selon la carte de Cassini	0,1	Sélection 2	36 %	Refus
Variances des 4 bandes SPOT	Toutes les forêts	0,1	Sélection 2	36 %	Refus
Variances des 4 bandes SPOT	Toutes les forêts	0,1	Sélection 1	19 %	Refus
Variances des 4 bandes SPOT	Toutes les forêts	0,5	Sélection 1	9 %	Refus
Variances des 4 bandes SPOT	Toutes les forêts	0,3	Sélection 1	12 %	Refus
Homogénéité des 4 bandes SPOT	Toutes les forêts	0,1	Sélection 1	24 %	Refus
Contraste des 4 bandes SPOT	Toutes les forêts	0,1	Sélection 1	24 %	Refus
Moyenne des 4 bandes SPOT	Toutes les forêts	0,1	Sélection 1	24 %	Refus
Second moment des 4 bandes SPOT	Toutes les forêts	0,1	Sélection 1	24 %	Refus
Corrélation des 4 bandes SPOT	Toutes les forêts	0,1	Sélection 1	24 %	Refus
Dissimilarité des 4 bandes SPOT	Toutes les forêts	0,1	Sélection 1	20 %	Refus
4 Bandes SPOT + texture de la bande 4	Toutes les forêts	0,1	Sélection 1	16 %	Refus

Les sélections 1 et 2 sont deux tirages aléatoires des zones de gros bois indiquées à dire d'expert, correspondant à 1/3 des zones indiquées, les 2/3 restants à chaque fois ont été utilisés pour la vérification.

Localisation des îlots identifiés par photo-interprétation dans les Yvelines



Sources :IGN
Auteur : Alice Rodicq

04/09/2015



Annexe 9 : Critères de sélections pour l'étude des différentes communautés pour connaître les îlots de naturalité

Communauté	Lien avec la naturalité	Disponibilité de la donnée d'inventaire	Existence d'indices	Retenu pour l'étude
Avifaune	Certaines espèces inféodées aux FFCN	Données STOC (carrés 200*200 m) Base de données BDN		Non par manque de temps
Bryophytes	Certaines espèces inféodées aux FFCN	Pas d'inventaires disponibles Connaissances naturalistes longues à acquérir	Pas d'indice	Non
Chiroptères	Communauté globalement intégratrice car nécessite des TGB pour se loger et du bois mort pour se nourrir mais distance de dispersion forte	BDN	Pas d'indice	Non
Sirphes	Certaines espèces inféodées aux FFCN	Aucun inventaire centralisé	Pas d'indice	Non
Saproxyliques	Certaines espèces inféodées aux FFCN	Centralisation par l'OPIE BDN	Indices de Brustel (sténoecie et patrimonialité)	Oui (calcul d'un indice de saproxylation)
Flore	Certaines espèces inféodées aux forêts anciennes	Relevé de certaines stations par le CBNBP	Pas d'indice	Non
Fonge	Certaines espèces inféodées aux FFCN	Pas de centralisation faite par Société Mycologique Française	Liste des espèces inféodées au FFCN relevées en réserve biologique intégrale	Non

Coefficients de Brustel

Ipn = indice de patrimonialité pour les espèces de la moitié Nord de la France.

- "1" Espèces communes et largement distribuées (faciles à observer).
- "2" Espèces peu abondantes ou localisées (difficiles à observer).
- "3" Espèces jamais abondantes ou très localisées (demandant en général des efforts d'échantillonnage spécifiques).
- "4" Espèces très rares, connues de moins de 5 localités actuelles ou contenues dans un seul département en France.

If = indice fonctionnel de saproxylation (habitat larvaire) :

- "1" Espèces pionnières dans la dégradation du bois, et/ou peu exigeantes en terme d'habitat.
- "2" Espèces exigeantes en terme d'habitat : liées aux gros bois, à des essences peu abondantes, demandant une modification particulière et préalable du matériau par d'autres organismes et/ou prédatrices peu spécialisées.
- "3" Espèces très exigeantes dépendantes le plus souvent des espèces précédentes (prédateurs de proies exclusives ou d'espèces elles-mêmes exigeantes) ou d'habitats étroits et rares (champignons lignicoles, cavités, très gros bois en fin de dégradation, gros bois d'essences rares);

CD_REF	Espèces	If	Ipn	CD_REF	Espèces	If	Ipn
340053	Allecula morio	3	2	223978	Phloiotrya tenuis	1	3
340019	Hymenorus doublieri	2	2	223990	Phryganophilus ruficollis	3	4
12040	Prionychus ater	3	2	223980	Xylita laevigata	2	3
12044	Pseudocistela ceramboides	3	2	223981	Dolotarsus lividus	2	3
234609	Platystomos albinus	2	2	223986	Zilora obscura	2	3
234618	Dissoleucas niveirostris	2	2	224033	Mycetophagus ater	3	3
234617	Enedreytes sepicola	2	2	224038	Mycetophagus decempunctatus	3	3
234610	Platyrhinus resinosus	2	2	11671	Mycetophagus fulvicollis	3	2
234605	Tropideres albirostris	2	2	224039	Mycetophagus piceus	3	2
651457	Gonotropis dorsalis	2	3	224036	Mycetophagus populi	3	4
222046	Biphyllus lunatus	3	2	224032	Pseudotriphyllus suturalis	3	3
222058	Lichenophanes varius	2	2	224031	Triphyllus bicolor	3	2
222052	Stephanopachys linearis	1	4	224069	Anogcodes ferrugineus	2	4
222054	Stephanopachys substriatus	1	4	224064	Calopus serraticornis	2	3
222065	Bothrideres bipunctatus	3	3	224052	Ischnomera caerulea	2	2
11088	Ogmoderes angusticollis	3	/	12159	Ischnomera cinerascens	2	2
222076	Oxylaemus cylindricus	3	2	224051	Ischnomera cyanea	2	2
222075	Oxylaemus variolosus	3	3	224049	Ischnomera sanguinicollis	2	2
11090	Teredus cylindricus	3	3	224076	Nacerdes gracilis	2	3
222186	Acmaeodera degener	1	/	242238	Treptoplatypus oxyurus	1	/
11361	Agrilus ater	1	2	244583	Prostomis mandibularis	3	3
222133	Agrilus curtulus	1	3	281156	Agnathus decoratus	3	3
222135	Agrilus grandiceps	1	/	224101	Pytho depressus	3	3
222136	Agrilus guerini	1	3	222951	Rhysodes sulcatus	3	4

222140	<i>Agrilus massanensis</i>	1	/	224150	<i>Dendrophagus crenatus</i>	2	4
222085	<i>Anthaxia midas</i>	1	/	244668	<i>Bius thoracicus</i>	3	4
11399	<i>Buprestis octoguttata</i>	1	2	244613	<i>Bolitophagus interruptus</i>	3	4
11398	<i>Buprestis rustica</i>	1	2	244614	<i>Bolitophagus reticulatus</i>	3	2
222103	<i>Chalcophora intermedia</i>	1	/	12014	<i>Clamoris crenata</i>	2	3
222104	<i>Chalcophora mariana</i>	1	2	416838	<i>Hypophloeus bicoloroides</i>	3	4
11349	<i>Chrysobothris chrysostigma</i>	1	2	416813	<i>Hypophloeus fasciatus</i>	2	3
11356	<i>Coraebus undatus</i>	1	2	416839	<i>Hypophloeus longulus</i>	2	4
11285	<i>Dicerca aenea</i>	1	2	698968	<i>Hypophloeus suberis</i>	3	4
11286	<i>Dicerca alni</i>	1	2	244611	<i>Eledonoprius armatus</i>	3	4
222110	<i>Dicerca berolinensis</i>	2	3	244665	<i>Menepilus cylindricus</i>	3	/
222100	<i>Eurythyrea austriaca</i>	1	/	244664	<i>Neatus picipes</i>	3	/
222101	<i>Eurythyrea micans</i>	1	3	244686	<i>Neomida haemorrhoidalis</i>	3	3
781708	<i>Eurythyrea quercus</i>	2	3	244681	<i>Platydemia dejeani</i>	3	/
11301	<i>Kisanthobia ariasi</i>	1	/	244682	<i>Platydemia europaeum</i>	3	2
11281	<i>Latipalpis plana</i>	1	/	244683	<i>Platydemia violaceum</i>	3	2
222113	<i>Phaenops formaneki</i>	1	/	244663	<i>Tenebrio opacus</i>	3	3
250806	<i>Phaenops knoteki</i>	1	4	224166	<i>Tetratoma ancora</i>	3	3
222115	<i>Phaenops sumptuosa</i>	1	/	224167	<i>Tetratoma baudueri</i>	3	/
222106	<i>Ovalisia dives</i>	1	3	224168	<i>Tetratoma desmarestii</i>	3	4
223077	<i>Acanthocinus reticulatus</i>	1	3	12062	<i>Tetratoma fungorum</i>	3	2
12220	<i>Acmaeops marginatus</i>	1	3	235426	<i>Calitys scabra</i>	3	/
223176	<i>Acmaeops pratensis</i>	1	2	235425	<i>Grynocharis oblonga</i>	3	3
223177	<i>Acmaeops septentrionis</i>	1	3	235423	<i>Ostoma ferruginea</i>	3	3
223178	<i>Acmaeops smaragdulus</i>	1	4	235422	<i>Peltis grossa</i>	3	4
223070	<i>Aegomorphus clavipes</i>	1	2	8996	<i>Temnochila caerulea</i>	2	2
223187	<i>Aegosoma scabricorne</i>	1	2	235421	<i>Thymalus limbatus</i>	3	2
12218	<i>Akimerus schaefferi</i>	2	3	234862	<i>Hylis olexai</i>	2	2
11744	<i>Anaglyptus mysticus</i>	1	2	234863	<i>Hylis procerulus</i>	2	4
223169	<i>Anastrangalia reyi</i>	1	3	234864	<i>Hylis simonae</i>	2	3
223184	<i>Anisorus quercus</i>	1	3	234867	<i>Isoriphis marmottani</i>	2	3
12238	<i>Anoplodera rufipes</i>	1	2	234868	<i>Isoriphis melasoides</i>	2	2
12239	<i>Anoplodera sexguttata</i>	1	2	234869	<i>Isoriphis nigriceps</i>	2	/
223167	<i>Stictoleptura erythroptera</i>	2	3	234850	<i>Nematodes filum</i>	2	4
223165	<i>Stictoleptura fontenayi</i>	1	/	234857	<i>Microrhagus pyrenaeus</i>	2	4
12278	<i>Stictoleptura scutellata</i>	2	2	234853	<i>Rhacopus sahlbergi</i>	2	3
223163	<i>Paracorymbia stragulata</i>	1	/	234865	<i>Xylophilus corticalis</i>	2	3
223168	<i>Stictoleptura trisignata</i>	1	/	223562	<i>Abraeus granulum</i>	3	2
12312	<i>Arhopalus syriacus</i>	1	/	223576	<i>Aeletes atomarius</i>	3	3
223117	<i>Callidium aeneum</i>	1	3	223568	<i>Eubrachium hispidulum</i>	2	3
223115	<i>Callidium coriaceum</i>	2	3	10499	<i>Merohister ariasi</i>	3	/
223127	<i>Callimus abdominalis</i>	1	/	223571	<i>Plegaderus caesus</i>	2	2
223126	<i>Callimus angulatus</i>	1	2	223573	<i>Plegaderus discisus</i>	2	/
12336	<i>Cerambyx cerdo</i>	1	3	223572	<i>Plegaderus dissectus</i>	2	2
223134	<i>Cerambyx welensii</i>	1	/	223570	<i>Plegaderus vulneratus</i>	2	2

223099	<i>Chlorophorus glabromaculatus</i>	1	2	675621	<i>Drapetes cinctus</i>	2	3
223098	<i>Chlorophorus herbstii</i>	1	4	200336	<i>Aesalus scarabaeoides</i>	3	3
12389	<i>Clytus tropicus</i>	1	3	200406	<i>Ceruchus chrysomelinus</i>	2	4
645869	<i>Cornumutilla quadrivittata</i>	2?	4	10502	<i>Lucanus cervus</i>	2	2
223104	<i>Cyrtoclytus capra</i>	1	4	200479	<i>Lucanus tetraodon</i>	2	/
11763	<i>Deroplia genei</i>	1	3	200542	<i>Platycerus caprea</i>	2	2
223143	<i>Drymochares truquii</i>	1	/	8282	<i>Platycerus caraboides</i>	2	2
12195	<i>Ergates faber</i>	2	3	10512	<i>Sinodendron cylindricum</i>	2	2
223129	<i>Glaphyra marmottani</i>	1	/	235101	<i>Benibotarus alternatus</i>	3	/
223158	<i>Judolia sexmaculata</i>	1	3	235102	<i>Dictyoptera aurora</i>	3	2
11777	<i>Lamia textor</i>	1	2	235103	<i>Lopheros rubens</i>	3	3
223114	<i>Leioderes kollari</i>	1	/	235104	<i>Platycis cosnardi</i>	3	3
223075	<i>Leiopus punctulatus</i>	1	4	235105	<i>Platycis minutus</i>	3	2
12241	<i>Leptura aethiops</i>	1	2	235106	<i>Pyropterus nigroruber</i>	3	3
223170	<i>Leptura annularis</i>	1	4	223973	<i>Abdera flexuosa</i>	3	3
223171	<i>Lepturobosca virens</i>	2	2	223975	<i>Dircaea australis</i>	2	3
223093	<i>Mesosa curculionoides</i>	1	2	224165	<i>Eustrophus dermestoides</i>	3	3
11780	<i>Monochamus sartor</i>	1	3	223984	<i>Hypulus bifasciatus</i>	3	4
11775	<i>Morimus asper</i>	1	2	223985	<i>Hypulus quercinus</i>	3	3
223150	<i>Necydalis major</i>	2	3	223987	<i>Melandrya barbata</i>	3	3
12300	<i>Necydalis ulmi</i>	2	3	223989	<i>Melandrya caraboides</i>	2	2
223149	<i>Nothorhina muricata</i>	1	3	223989	<i>Melandrya dubia</i>	2	3
223069	<i>Oplosia cinerea</i>	2	3	224162	<i>Mycetoma suturale</i>	3	3
12211	<i>Oxymirus cursor</i>	2	2	223965	<i>Orchesia fasciata</i>	3	3
12316	<i>Oxypleurus nodieri</i>	2	/	223964	<i>Orchesia luteipalpis</i>	3	3
223183	<i>Pachyta lamed</i>	2	4	223963	<i>Orchesia micans</i>	3	2
223172	<i>Pedostrangalia revestita</i>	1	3	223966	<i>Orchesia minor</i>	3	2
223109	<i>Poecilium pusillum</i>	1	2	240357	<i>Ampedus pomorum</i>	2	2
223082	<i>Pogonocherus caroli</i>	1	3	240358	<i>Ampedus praeustus</i>	3	3
223188	<i>Prinobius myardi</i>	2	/	11514	<i>Ampedus quadrisignatus</i>	3	4
12200	<i>Prionus coriarius</i>	2	2	240410	<i>Brachygonus ruficeps</i>	3	3
223100	<i>Pseudosphegistes cinerea</i>	1	3	240360	<i>Ampedus rufipennis</i>	3	2
12343	<i>Purpuricenus globulicollis</i>	1?	/	11516	<i>Ampedus sanguinolentus</i>	3	2
12344	<i>Purpuricenus kaehleri</i>	1	3	240362	<i>Ampedus sinuatus</i>	3	4
12207	<i>Rhagium mordax</i>	1	2	240426	<i>Crepidophorus mutilatus</i>	3	4
12208	<i>Rhagium sycophanta</i>	1	1	416833	<i>Reitterelater bouyoni</i>	3	3
223185	<i>Rhamnusium bicolor</i>	2	3	416834	<i>Reitterelater dubius</i>	3	3
12354	<i>Ropalopus femoratus</i>	1	3	240409	<i>Brachygonus megerlei</i>	3	2
223121	<i>Ropalopus insubricus</i>	1	/	240413	<i>Cardiophorus anticus</i>	3	/
223120	<i>Ropalopus ungaricus</i>	1	4	11487	<i>Cardiophorus gramineus</i>	3	2
223122	<i>Ropalopus varini</i>	1	3	240432	<i>Denticollis borealis</i>	2?	4
12348	<i>Rosalia alpina</i>	1	3	11520	<i>Denticollis rubens</i>	2	2
12480	<i>Saperda octopunctata</i>	1	2	240439	<i>Ectamenogonus montandoni</i>	3	/
223068	<i>Saperda perforata</i>	1	3	11435	<i>Elater ferrugineus</i>	3	3
223067	<i>Saperda punctata</i>	1	2	240433	<i>Diacanthous undulatus</i>	3	3

12483	Saperda similis	1	3	240450	Hypogonus inunctus	3	3
223144	Saphanus piceus	2	/	240451	Ischnodes sanguinicollis	3	3
223118	Semanotus undatus	1	3	240431	Danosoma fasciatum	3	3
12214	Stenocorus meridianus	2	2	240452	Lacon lepidopterus	3	4
223153	Strangalia attenuata	1	3	240453	Lacon querceus	3	3
223148	Tetropium fuscum	1	3	159441	Limoniscus violaceus	3	4
223147	Tetropium gabrieli	1	3	240456	Megapenthes lugens	3	3
223186	Tragosoma deparium	2	4	240473	Orithales serraticornis	3	4
223137	Trichoferus holosericeus	1	3	240482	Podeonius acuticornis	3	4
223140	Trichoferus pallidus	1	2	240484	Porthmidius austriacus	3?	4
12375	Xylotrechus antilope	1	2	240485	Procraerus tibialis	3	3
223191	Cerophytum elateroides	3	3	240411	Calambus bipustulatus	3	3
653907	Protaetia aeruginosa	2	2	240476	Paraphotistus nigricornis	2?	2
200562	Protaetia mirifica	2	/	240499	Stenagostus rhombeus	2	2
10983	Gnorimus variabilis	2	2	240500	Stenagostus rufus	3	2
200557	Protaetia lugubris	2	2	234837	Triplax aenea	3	3
10979	Osmoderma eremita	3	3	234840	Triplax lacordairii	3	3
200568	Protaetia fieberi	2	2	11616	Triplax melanocephala	3	2
10989	Trichius sexualis	2	3	234845	Triplax scutellaris	3	2
234675	Allonyx quadrimaculatus	2	3	234854	Microrhagus emyi	2	3
234673	Dermestoides sanguinicollis	3	4	234855	Microrhagus lepidus	2	3
234676	Opilo abeillei	2	/	234856	Microrhagus pygmaeus	2	2
234678	Opilo mollis	2	2	234851	Dromaeolus barnabita	2	2
234679	Opilo pallidus	2	3	234859	Epiphanis cornutus	2	4
306064	Thanasimus femoralis	2	2	11402	Eucnemis capucina	2	3
11858	Tillus elongatus	2	2	234860	Hylis cariniceps	2	3
224190	Aulonium ruficorne	2	3	234861	Hylis foveicollis	2	3
224191	Aulonium trisulcum	2	2	240349	Ampedus elegantulus	3	3
7687	Colobicus marginatus	2	3	240352	Ampedus glycereus	3	2
224192	Pycnomerus terebrans	3	3	240350	Ampedus erythrogonus	3	3
224170	Rhopalocerus rondanii	3	4	11509	Ampedus melanurus	3	3
224169	Xylolaemus fasciculosus	3	/	240354	Ampedus nigerrimus	2	2
240361	Ampedus scrofa	3	2	11510	Ampedus nigrinus	3	3
240344	Ampedus balteatus	3	2	240355	Ampedus nigroflavus	3	3
240345	Ampedus brunnicornis	3	3	240356	Ampedus pomonae	3	3
240346	Ampedus cardinalis	3	3	240347	Ampedus cinnaberinus	3	2

Annexe 11 : Script R de l'analyse de l'indice de saproxylation

```
#Mise en place du repertoire et du fichier
getwd()
setwd("Z:/Pôle Observatoire/FORÊTS/Projet Forêt 2015/Stage Alice/9 Donnes obtenues/traitement
saprox")
Donnees <- read.csv(file="data3.csv", header=TRUE, sep=";", dec = ",")
View(Donnees)
summary(Donnees)

# installation du package
install.packages("FactoMineR")
library(FactoMineR)

#Supprime la variable sur la classe lpn=4. LEs 6 première lignes sont ces résultats
Pluscourt<-Donnees
Pluscourt$classe.lpn.4<- NULL
View(Pluscourt)
Pluscourt2 <- Pluscourt

Pluscourt2$Classe_jenks <- as.factor(Pluscourt2$Cla_jenks)
Pluscourt2$Classe_ampl <- as.factor(Pluscourt2$Cla_ampl_const)
Pluscourt2$Cla_CLC<- as.factor(Pluscourt2$CLC6)
Pluscourt2$cla_clust<-as.factor(Pluscourt2$CLUSTER)
View(Pluscourt2)
Pluscourt2$classe_lpn<- NULL
summary(Pluscourt2)
Pluscourt2 <- Pluscourt2[,c(1:4,19,20,18,17,5:16)]

summary(Pluscourt2)
View(Pluscourt2)

Pluscourt3 <- Pluscourt2[7:144,]

var<-lm(IF_final~nb_CDREF,data=Pluscourt2) #lf est dépendant de CDREF
summary(var)

#jeu de données complet

res.acp2 = PCA(Pluscourt2[,6:13], scale.unit=TRUE, graph=T,quali.sup=1:3)
plot.PCA(res.acp2)
plot.PCA(res.acp2, habillage=1)
plot.PCA(res.acp2, habillage=2)
plot.PCA(res.acp2, habillage=3)

res.acp2$var
res.acp2$eig

es.hcpc2 <- HCPC(res.acp2, order=TRUE, nb.clust = 6,metric="euclidean" ,method="ward")
```

```

par(mfrow=c(1,1))
plot.HCPC(es.hcpc2)
plot(es.hcpc2, axes=c(1,2), choice="map")
plot(es.hcpc2, axes=c(1,2), choice="tree")
plot(es.hcpc2, axes=c(1,2), choice="3D.map")
es.hcpc2$desc.axes

es.hcpc2$data.clust

#jeu de données sans classes 1 et 6
summary(Pluscourt3)
res.acp3 = PCA(Pluscourt3[,6:13], scale.unit=TRUE, graph=T, quali.sup=1:3)

plot.PCA(res.acp3, habillage=1)
plot.PCA(res.acp3, habillage=2)
plot.PCA(res.acp3, habillage=3)
plot.PCA(res.acp3, habillage=4)
plot.PCA(res.acp3, habillage=5)

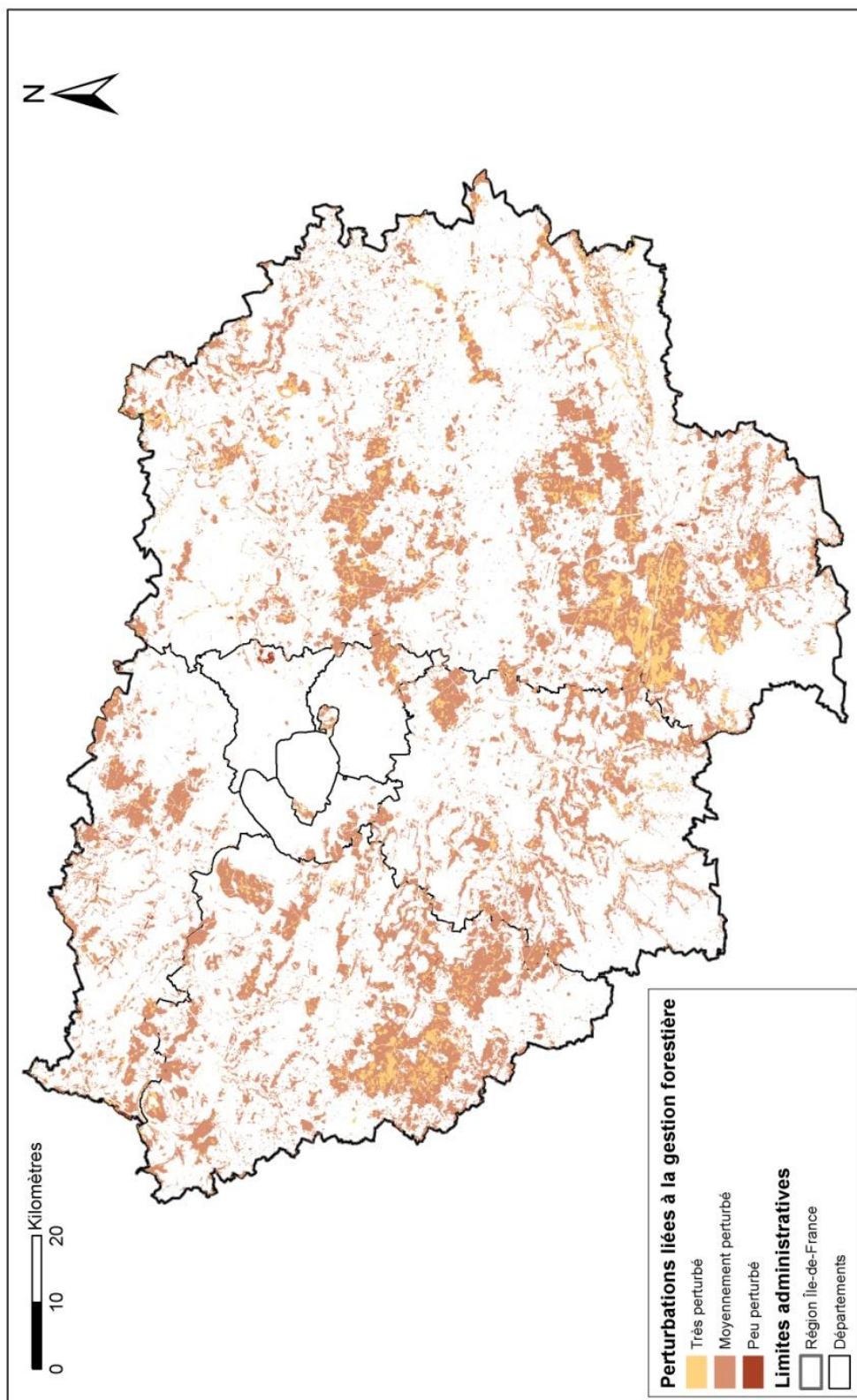
res.acp3$var
res.acp3$eig

es.hcpc3 <- HCPC(res.acp3, order=TRUE, nb.clust = 4, metric="euclidean", method="ward")
par(mfrow=c(1,1))
plot.HCPC(es.hcpc3)
plot(es.hcpc3, axes=c(1,2), choice="map")
plot(es.hcpc3, axes=c(1,2), choice="tree")
plot(es.hcpc3, axes=c(1,2), choice="3D.map")
es.hcpc3$desc.axes

es.hcpc3$data.clust

```


Naturalité potentielle des forêts - Critère de gestion forestière

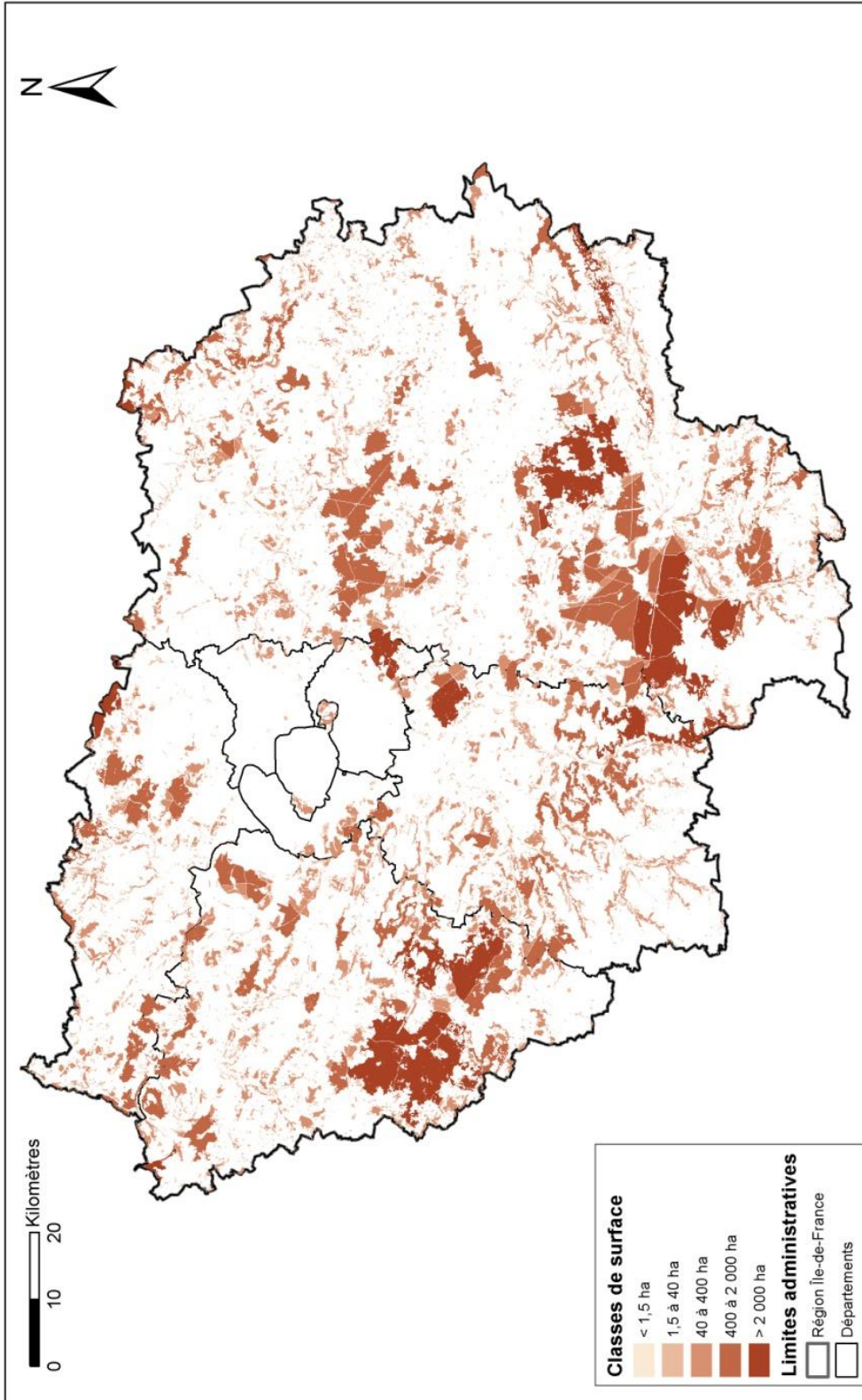


Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
Auteur : Alice Rodicq

07/08/2015



Naturalité potentielle des forêts - Critère de surface

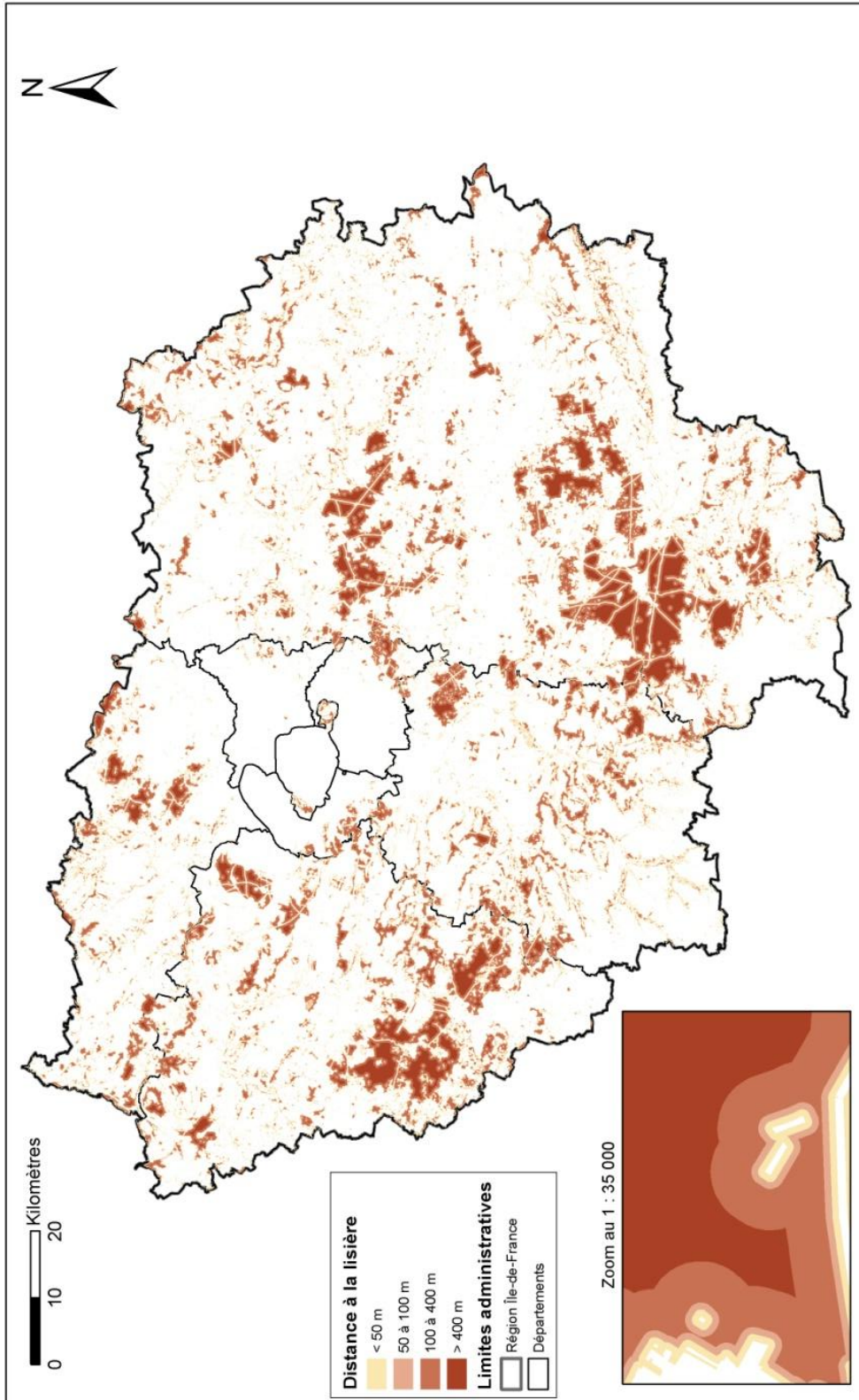


Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
Auteur : Alice Rodicq

07/08/2015



Naturalité potentielle des forêts - Critère d'effet de lisière



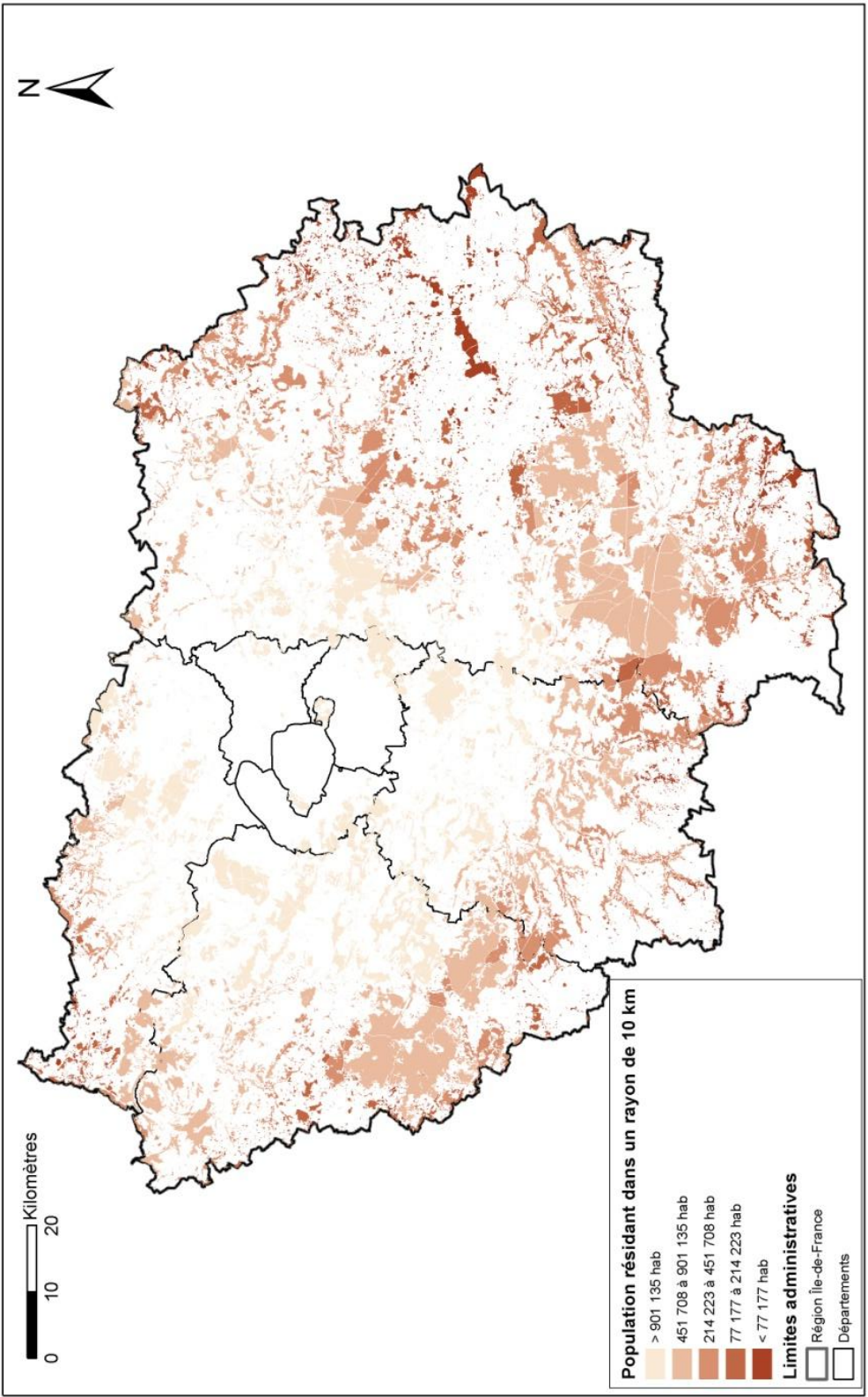
Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
Auteur : Alice Rodicq

07/08/2015

AgroParisTech

INRAE
INPN
ONF
IGN
IAU
Région Ile-de-France

Naturalité potentielle des forêts - Critère de fréquentation potentielle

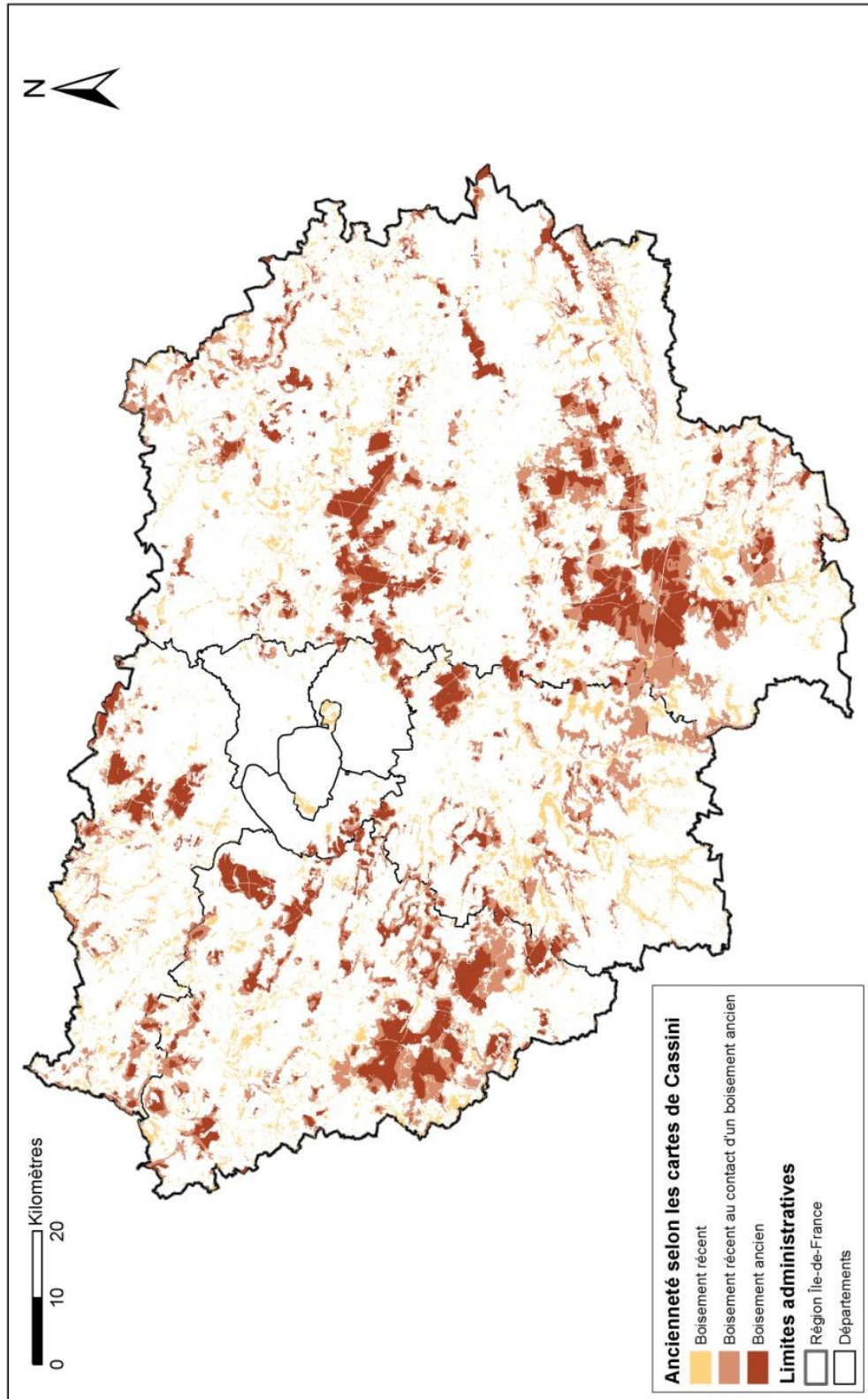


Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
Auteur : Alice Rodica

07/08/2015



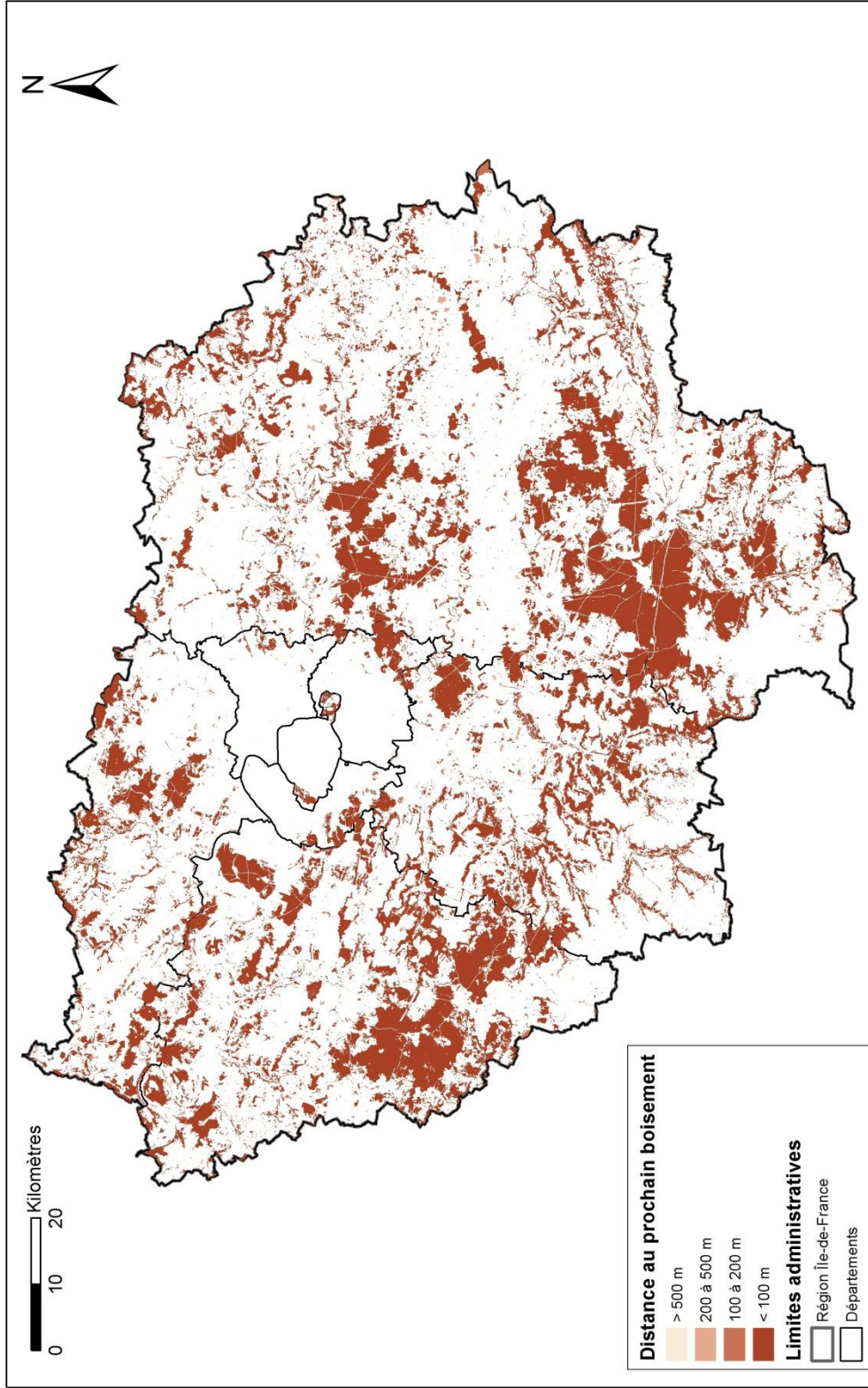
Naturalité potentielle des forêts - Critère d'ancienneté



Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
Auteur : Alice Rodicq

07/08/2015

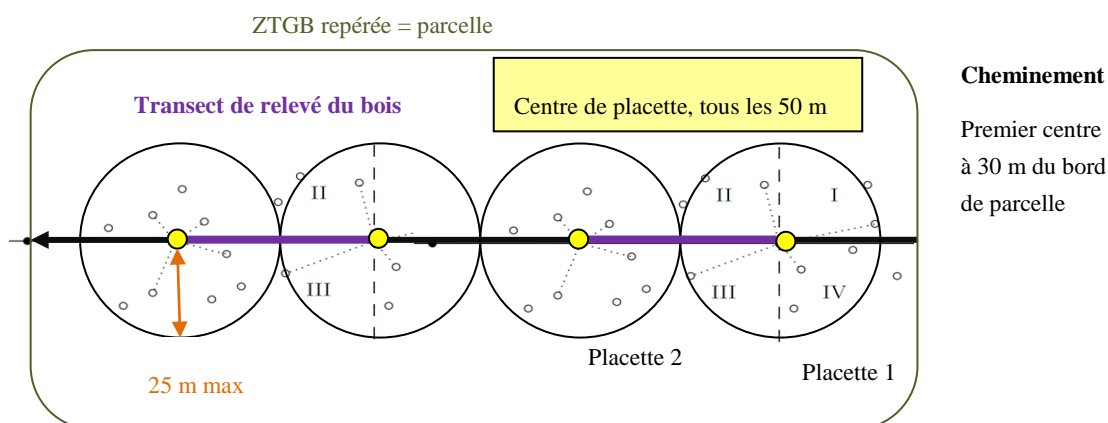
Naturalité potentielle des forêts - Critère de proximité entre boisements



Sources : IAU, IGN, INPN, ONF, CD
Auteur : Alice Rodicq

07/08/2015





Volume et densité à l'hectare des bois morts debout et des très gros bois

Le long d'un transect orienté selon la forme de la parcelle, et repéré par un azimut, des placettes circulaires sont réalisées à intervalle régulier de 50 mètres, mesuré au topofil. Chaque placette est divisée en 4 secteurs (I, II, III, IV), où l'on va mesurer 2 arbres, le très gros bois vivant ($D_{1,30\text{ m}} > 67,5\text{ cm}$) et le bois mort debout ($D_{1,30\text{ m}} > 27,5\text{ cm}$), les plus proches du centre. Les mesures relevées sont :

- la distance au centre ;
- la hauteur ;
- le $D_{1,30\text{ m}}$;
- la note écologique, indicateur des micro-habitats potentiels ;
- le stade de décomposition ;

pour le bois mort debout. On obtient ainsi jusqu'à 8 arbres par placette. La distance de recherche maximale d'un arbre est de 25 mètres, au delà, on considère que le secteur est vide. On réalise ainsi 2 à 5 placettes par ZTGB qui estimeront une mesure du volume des TGB et du bois mort debout sur la zone.

Le volume de chaque arbre est calculé par le tarif de Schaeffer lent n°7, puis une moyenne est faite à la placette et enfin à la parcelle, en pondérant par la distance moyenne du centre à l'arbre.

$$V(\text{chandelle}) = \frac{\pi}{4 * D * 0,01 - 0,01 * \left(\frac{H}{2} - 1,3\right)^2}$$

Où
 $D = D_{1,30\text{ m}}$
 Tarif = tarif Schaeffer n° 7
 H = Hauteur de la chandelle

$$V(\text{arbre}) = \frac{5}{90000} * (8 + \text{Tarif}) * (D - 5) * D$$

Volume à l'hectare du bois mort au sol

Le bois mort au sol est relevé par le protocole d'intersection linéaire : lors du cheminement entre 2 centres de placettes, on relève le diamètre de tous les bois morts au sol de plus de 5 cm de diamètre coupant le transect matérialisé par le topofil. Cette opération est réalisée sur la moitié des cheminements.

$$V(\text{bois mort au sol}) = \frac{\pi^2}{8 * L} * \sum d^2 \quad d = \text{diamètre des bois morts au sol, L la longueur du transect}$$

Annexe 14 : Script R de l'analyse des données de terrain

```
# I Mise en place des répertoires de travail et des librairies

getwd()
setwd("G:/Pôle Observatoire/FORÊTS/Projet Forêt 2015/Stage Alice/Terrain/Traitement donnees")
Donnees <- read.csv(file="stats.csv", header=TRUE, sep=";", dec = ",")
View(Donnees)
summary(Donnees)
install.packages("FactoMineR")
library(FactoMineR)
library(car)
library(classInt)

# II Analyse du lien entr la structure photointerprétée et la structure terrain

##Le tableau des contingent a moins de 5 données par case
##Il faut donc faire un test exact de Fisher pour voir le lien entre les 2 variables
table(Donnees$Structure_terrain, Donnees$Structure_photo)
fisher.test(Donnees$Structure_terrain, Donnees$Structure_photo)

# III Analyse du lien entre la structure terrain et la Naturalite

##Le tableau des contingent a moins de 5 données par case
##Il faut donc faire un test exact de Fisher pour voir le lien entre les 2 variables
table(Donnees$Structure_terrain, Donnees$Naturalite)
fisher.test(Donnees$Structure_terrain, Donnees$Naturalite)

# IV Analyse des données en composantes principales
MyLittle<-Donnees[8:33]
MyLittle
MyLittle$Structure_photo<- NULL
MyLittle$Liste_ess_autochtones<- NULL
MyLittle$Prif<- NULL
MyLittle$Observation<- NULL
MyLittle$type_impact<- NULL
MyLittle$azimuth<- NULL
MyLittle$propIBpgestion<- NULL
MyLittle$propIBPcontext<- NULL
MyLittle$Continuite_tempo<- as.factor(MyLittle$Continuite_tempo)
MyLittle <- MyLittle[,c(1,8,12,13,14,2:7,9:11)]
summary(MyLittle)
par(mfrow= c(1,1))
es.pca = PCA(MyLittle, graph=T,quali.sup=1:5)
par(mfrow= c(2,2))
plot.PCA(es.pca, habillage=1, invisible="quali",title = "Structure terrain",xlim=c(-10,6))
plot.PCA(es.pca, habillage=3, invisible="quali", title = "Niveau de naturalité",xlim=c(-10,6))
plot.PCA(es.pca, habillage=4, invisible="quali", title = "Objectif",xlim=c(-10,6))
plot.PCA(es.pca, habillage=5, invisible="quali", title = "Fréquentation",xlim=c(-10,6))
plot.PCA(es.pca, invisible="quali")
```

```

es.pca$var
es.pca$eig

# V Analyse du lien entre la structure terrain et les volumes de bois

## A Analyse de VTGB
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VTGB ~ Donnees$Structure_terrain,varwidth = TRUE, xlab="Structure observée sur le terrain" ,
ylab= "VTGB en m^3/ha")
###Distribution des VTGB par catégorie
par(mfrow= c(1,3))
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Structure_terrain=="TGB"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Structure_terrain=="TSF"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Structure_terrain=="GB"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VTGB
tes <- kruskal.test(Donnees$VTGB ~ Donnees$Structure_terrain)
tes$p.value
###On réalise les comparaisons des catégories 2 à 2 car la p-val < 0,05 donc on rejette l'hypothèse que le
facteur n'influe pas
tes <- aov(Donnees$VTGB~Donnees$Structure_terrain); TukeyHSD(tes)

## B Analyse de VBMD
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VBMD ~ Donnees$Structure_terrain, ylim=c(0,1),varwidth = TRUE, xlab="Structure observée sur
le terrain" , ylab= "VBMD en m^3/ha")
###Distribution des VBMD par catégorie
par(mfrow= c(1,3))
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Structure_terrain=="TGB"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Structure_terrain=="TSF"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Structure_terrain=="GB"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VBMD
tes <- kruskal.test(Donnees$VBMD ~ Donnees$Structure_terrain)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur n'influe pas
tes <- aov(Donnees$VBMD~Donnees$Structure_terrain); TukeyHSD(tes)

## C Analyse de VBMS
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VBMS ~ Donnees$Structure_terrain,varwidth = TRUE, xlab="Structure observée sur le terrain" ,
ylab= "VBMS en m^3/ha")
###Distribution des VBMS par catégorie
par(mfrow= c(1,3))
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Structure_terrain=="TGB"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Structure_terrain=="TSF"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Structure_terrain=="GB"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VBMS
tes <- kruskal.test(Donnees$VBMS ~ Donnees$Structure_terrain)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur n'influe pas

```

```

tes <- aov(Donnees$VBMS~Donnees$Structure_terrain); TukeyHSD(tes)

## D Analyse de l'IBP
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$IBPtot ~ Donnees$Structure_terrain,varwidth = TRUE, xlab="Structure observée sur le terrain" ,
ylab= "IBP")
###Distribution de l'IBP par catégorie
par(mfrow= c(1,3))
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Structure_terrain=="TGB"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Structure_terrain=="TSF"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Structure_terrain=="GB"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VTGB
tes <- kruskal.test(Donnees$IBPtot ~ Donnees$Structure_terrain)
tes$p.value
###a p-val > 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur n'influe pas

# VI Analyse du lien entre la naturalité et les volumes de bois

## A Analyse de VTGB
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VTGB ~ Donnees$Naturalite,varwidth = TRUE, xlab="Niveau de naturalité ressentie" , ylab=
"VTGB en m^3/ha")
###Distribution des VTGB par catégorie
par(mfrow= c(2,2))
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Naturalite=="Faible"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Naturalite=="Moyen"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Naturalite=="Fort"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Naturalite=="Très fort"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VTGB
tes <- kruskal.test(Donnees$VTGB ~ Donnees$Naturalite)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur n'influe pas

## B Analyse de VBMD
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VBMD ~ Donnees$Naturalite, ylim=c(0,1),varwidth = TRUE, xlab="Niveau de naturalité ressentie"
, ylab= "VBMD en m^3/ha")
###Distribution des VBMD par catégorie
par(mfrow= c(2,2))
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Naturalite=="Faible"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Naturalite=="Moyen"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Naturalite=="Fort"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Naturalite=="Très fort"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VBMD
tes <- kruskal.test(Donnees$VBMD ~ Donnees$Naturalite)
tes$p.value
###On réalise les comparaisons des catégories 2 à 2 car la p-val < 0,05 donc on rejette l'hypothèse que le
facteur n'influe pas
tes <- aov(Donnees$VBMD~Donnees$Naturalite); TukeyHSD(tes)

```

```

###On ne peut pas conclure sur une catégorie mais la naturalité influence ce paramètre

## C Analyse de VBMS
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VBMS ~ Donnees$Naturalite,varwidth = TRUE, xlab="Niveau de naturalité ressentie" , ylab=
"VBMS en m^3/ha")
###Distribution des VBMS par catégorie
par(mfrow= c(2,2))
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Naturalite=="Faible"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Naturalite=="Moyen"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Naturalite=="Fort"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Naturalite=="Très fort"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VBMS
tes <- kruskal.test(Donnees$VBMS ~ Donnees$Naturalite)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 mais <0,1 donc le facteur influe à un seuil de confiance de 10%
tes <- aov(Donnees$VBMS~Donnees$Naturalite);TukeyHSD(tes)

## D Analyse de l'IBP
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$IBPtot ~ Donnees$Naturalite,varwidth = TRUE, xlab="Naturalité" , ylab= "IBP")
###Distribution de l'IBP par catégorie
par(mfrow= c(1,3))
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Naturalite=="Faible"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Naturalite=="Moyen"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Naturalite=="Fort"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Naturalite=="Très fort"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VTGB
tes <- kruskal.test(Donnees$IBPtot ~ Donnees$Naturalite)
tes$p.value
###a p-val < 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur a une influence, la naturalité forte se démarque
des autres groupes, qui sont tous équivalent entre eux
tes <- aov(Donnees$IBPtot~Donnees$Naturalite);TukeyHSD(tes)

# VII Analyse du lien entre l'objectif et les volumes de bois

## A Analyse de VTGB
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VTGB ~ Donnees$Objectif,varwidth = TRUE, xlab="Objectif apparent" , ylab= "VTGB en m^3/ha")
###Distribution des VTGB par catégorie
par(mfrow= c(2,2))
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Objectif=="Chasse"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Objectif=="Accueil du public"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Objectif=="Naturalité"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Objectif=="Production"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VTGB
tes <- kruskal.test(Donnees$VTGB ~ Donnees$Objectif)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur n'influe pas

```

```

## B Analyse de VBMD
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VBMD ~ Donnees$Objectif, ylim=c(0,1),varwidth = TRUE, xlab="Objectif apparent" , ylab=
"VBMD en m^3/ha")
###Distribution des VBMD par catégorie
par(mfrow= c(2,2))
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Objectif=="Chasse"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Objectif=="Accueil du public"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Objectif=="Naturalité"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Objectif=="Production"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VBMD
tes <- kruskal.test(Donnees$VBMD ~ Donnees$Objectif)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur n'influe pas

## C Analyse de VBMS
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VBMS ~ Donnees$Objectif,varwidth = TRUE, xlab="Objectif apparent" , ylab= "VBMS en
m^3/ha")
###Distribution des VBMS par catégorie
par(mfrow= c(2,2))
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Objectif=="Chasse"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Objectif=="Accueil du public"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Objectif=="Naturalité"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Objectif=="Production"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VBMS
tes <- kruskal.test(Donnees$VBMS ~ Donnees$Objectif)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur n'influe pas

## D Analyse de l'IBP
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$IBPtot ~ Donnees$Objectif,varwidth = TRUE, xlab="Objectif de gestion" , ylab= "IBP")
###Distribution de l'IBP par catégorie
par(mfrow= c(2,2))
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Objectif=="Chasse"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Objectif=="Accueil du public"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Objectif=="Naturalité"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Objectif=="Production"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VTGB
tes <- kruskal.test(Donnees$IBPtot ~ Donnees$Objectif)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 mais < 0,10 donc on accepte l'hypothèse que le facteur a une influence à 10 %
tes <- aov(Donnees$IBPtot~Donnees$Objectif);TukeyHSD(tes)

# VIII Analyse du lien entre la Frequentation et les volumes de bois

## A Analyse de VTGB

```

```

par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VTGB ~ Donnees$Frequentation,varwidth = TRUE, xlab="Niveau de fréquentation" , ylab=
"VTGB en m^3/ha")
###Distribution des VTGB par catégorie
par(mfrow= c(2,2))
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Frequentation=="Faible"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Frequentation=="Moyenne"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Frequentation=="Forte"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VTGB[Donnees$Frequentation=="Très forte"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VTGB
tes <- kruskal.test(Donnees$VTGB ~ Donnees$Frequentation)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur n'influe pas

## B Analyse de VBMD
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VBMD ~ Donnees$Frequentation, ylim=c(0,1),varwidth = TRUE, xlab="Niveau de fréquentation" ,
ylab= "VBMD en m^3/ha")
###Distribution des VBMD par catégorie
par(mfrow= c(2,2))
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Frequentation=="Faible"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Frequentation=="Moyenne"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Frequentation=="Forte"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMD[Donnees$Frequentation=="Très forte"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VBMD
tes <- kruskal.test(Donnees$VBMD ~ Donnees$Frequentation)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur n'influe pas

## C Analyse de VBMS
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$VBMS ~ Donnees$Frequentation,varwidth = TRUE, xlab="Niveau de fréquentation" , ylab=
"VBMS en m^3/ha")
###Distribution des VBMS par catégorie
par(mfrow= c(2,2))
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Frequentation=="Faible"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Frequentation=="Moyenne"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Frequentation=="Forte"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$VBMS[Donnees$Frequentation=="Très forte"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VBMS
tes <- kruskal.test(Donnees$VBMS ~ Donnees$Frequentation)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 donc on accepte l'hypothèse que le facteur n'influe pas

## D Analyse de l'IBP
par(mfrow= c(1,1))
plot(Donnees$IBPtot ~ Donnees$Frequentation,varwidth = TRUE, xlab="Frequentation" , ylab= "IBP")
###Distribution de l'IBP par catégorie
par(mfrow= c(2,2))

```

```

hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Frequentation=="Faible"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Frequentation=="Moyenne"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Frequentation=="Forte"] ,col="grey",breaks =5)
hist(Donnees$IBPtot[Donnees$Frequentation=="Très forte"] ,col="grey",breaks =5)
###Test non paramétrique de Kruskal Wallis car il n'y a pas de normalité de VTGB
tes <- kruskal.test(Donnees$IBPtot ~ Donnees$Frequentation)
tes$p.value
###la p-val > 0,05 donc on refuse l'hypothèse que le facteur a une influence

# IX Analyse de l'IBP avec le volume
plot(Donnees$VTGB~Donnees$IBP.gestion)
plot(Donnees$VBMD~Donnees$IBP.gestion, ylim=c(0,1))
plot(Donnees$VBMS~Donnees$IBP.gestion)
var<-glm(VBMS~IBPtot,data=Donnees)
summary(var)
par(mfrow=c(1,1))
plot(var)
## pas de corrélation ni linéaire ou exponentielle

# X Explication de la naturalité de l'ilot
library(MASS)

lda1 <- lda(as.matrix(Donnees[, 20:21]), Donnees$Naturalite)
lda1

```


Abstract

In Île-de-France, biodiversity's loss is a real threat, and it is now important to protect it, as well as species' habitat. Some forest species are closely related to big diameter trees with microhabitats, others are related to dead wood, standing or laying, and some other to forest age. Those attributes can be put together as wilderness that defines a forest without any human intervention. Location of the old-growth forest is important in the biodiversity preservation strategy and useful to create an old-growth island net.

This study aimed to find a method in order to identify the old-growth forest, testing different protocols. An on-field study based on PCQM method verifies the accuracy of the protocols. Photo-interpretation analysis is a good mean to detect big diameter trees. Unfortunately, microhabitats and deadwood cannot be seen. Nevertheless, saproxylic beetle inventories could allow us to know more about these data. On-field survey results show that plots of land have old-growth forest attributes. Moreover, these plots are popular area for human visitors. Indeed, in such a densely populated region, public opening is a major aim of the forest. Periurban forests are forests where multifunctionality is seen differently, focusing on biodiversity and recreation.

In this study about old-growth forests in Île-de-France, it is important to see how to conciliate those two issues. Public forest aims to be opened for recreation, managers framing visitors as they can, preserving forest cores and leading visitors to surrounding zones. Private owners fence their plots or suffer from visits. Old-growth forests are taken apart from the humans, whereas they are a specific place to do environmental education and meet urban needs. Strategies could be done to conciliate and price biodiversity to visitors. A progressive and framed opening, raising awareness, will price public forests. A specific status could be created for private forests that will perpetuate the land use and help owners. This would have a significant impact in old-growth forest net.

Keyword : periurban forests, public opening, wildeness, cartography

Résumé

En Île-de-France, l'érosion de la biodiversité forestière est avérée et il devient donc important de la protéger, de concert avec la préservation de leurs habitats. Les espèces forestières sont pour certaines d'entre elles liées aux gros arbres à micro habitats, d'autres au bois mort au sol ou debout, ou encore à l'ancienneté de la forêt pour certaines. Ces différents attributs peuvent être rassemblés sous le contexte de naturalité qui définit une forêt où l'empreinte de l'homme n'est pas visible. Localiser les forêts à forte naturalité est donc importante dans le cadre d'une stratégie de préservation de la biodiversité et la création d'une trame de vieux bois régionale cohérente.

Cette étude s'est attachée à trouver une méthode pour identifier les forêts à fort caractère naturel, en testant plusieurs protocoles différents. Un protocole de terrain basé sur la méthode PCQM permet de vérifier l'exactitude des protocoles. L'analyse par photo-interprétation est un très bon indicateur de la présence de gros à très gros bois. Les attributs de gros bois vivant ou de bois mort au sol ne sont malheureusement pas interprétables. En revanche, l'analyse d'inventaire de coléoptères saproxyliques permettrait d'approcher ces données. Les données relevées sur le terrain montrent que des parcelles possèdent des attributs de forêt à fort caractère naturel. Il est important de relever que ces zones à forte naturalité sont également des zones de forêts fréquentées. En effet dans une région aussi densément peuplée que l'Île-de-France, l'accueil du public est un des premiers rôles de la forêt. Les forêts périurbaines sont des forêts où les enjeux de multifonctionnalité forestière sont différents, privilégiant l'accueil du public et la biodiversité.

Dans une telle étude sur les forêts naturelles en Île-de-France, il est donc important de voir comment concilier ces deux enjeux. La forêt publique francilienne a vocation à être ouverte au public, les gestionnaires encadrent au mieux cet accueil en préservant des cœurs de forêts et en amenant les visiteurs dans des zones périphériques. Les propriétaires privés quant à eux, clôturent leurs parcelles ou subissent la fréquentation. Les forêts à fort caractère naturel sont donc éloignées des urbains, alors qu'elles constituent un lieu important d'éducation à l'environnement et répondent aux attentes des urbains. On pourrait donc mettre en place des stratégies pour concilier et valoriser la biodiversité auprès des visiteurs. Une ouverture progressive et encadrée de ces îlots, doublée de sensibilisation, permettrait de mieux les valoriser en forêt publique. La création d'un statut spécifique pour les forêts privées, permettant la pérennisation et l'assurance des propriétaires, serait un plus pour assoir la trame de vieux bois dans les forêts privées.

Mots clés : Forêts périurbaines, accueil du public, naturalité, cartographie