RAPPORT DU STAGE DE PAIMPONT
du 2 avril au 7 avril 2007

Master EBE /ENV

CARACTÉRISATION GLOBALE D'UN MASSIF DE LA FORÊT DE PAIMPONT

Solène BELLANGER
Catherine MANN
Damien GUYON
Carine BATMAN

UNIVERSITE PIERRE & MARIE CURIE
LA SCIENCE A PARIS

UNIVERSITÉ PARIS-SUD 11

Remerciements :

Nous remercions Florence Maunoury pour la clarté de ses explications, et la transmission des techniques de terrain en écologie forestière et Gabriel Cornic pour sa disponibilité. Ainsi que Augusto Zanella pour son aide précieuse et ses cours magiques de pédologie à minuit. Nous apprécions particulièrement l'organisation et l'enseignement prodigués grâce à Jean-Christophe Lata dont nous respectons son implication. Nous remercions également Jean Michel Dreuillaux pour l'exhaustivité et la précision de ses connaissances en botanique et pour avoir participé avec entrain à la sortie pédo/flore pour notre plus grande introspection !!!

Nous remercions évidemment nos camarades pour l'entraide et la très bonne entente au sein du groupe. Et plus particulièrement nos collègues "forestiers" avec qui nous avons travaillé étroitement.

Et nous remercions également Erwann, notre chauffeur de bus, toujours près à nous transporter, nous encourager et nous faire rire.

Sommaire

Remerciements : 2

RESUME 4

Introduction 5

Description du site d'étude 6

MATERIEL ET METHODE 7

Résultats 12

Discussion : 19

Conclusion 21

Bibliographie : 22

RÉSUME

Une étude d'une portion du massif forestier de Paimpont a été réalisée. Cette étude tend à préciser les essences présentes sur le massif et leur répartition.

Pour cela, nous nous sommes penchés sur la délimitation de placettes et transects au sein de chaque parcelle. Nous fîmes un inventaire parallèlement à des mesures caractérisant la taille, la hauteur des arbres, l'environnement végétal et pédologique du massif.

Nous nous sommes intéressées aux méthodes de gestion pratiquées au sein du massif et par la suite déterminé l'état de santé de la forêt.

Différentes expérimentations ont été mises en œuvre dans ce but. Nous avons considéré notre échantillonnage comme suffisamment représentatif de la parcelle.

Nous avons pu ainsi définir différents états de notre massif : une végétation hétérogène et au contraire un sol homogène sur l'ensemble du massif en cours de podzolisation.

De plus, à travers cette étude nous avons pu expérimenter la difficulté de telle caractérisation sanitaire.

Mot-clé : parcelle, massif, C130, biomasse, santé

Introduction

Le massif forestier de Paimpont, plus connue sous le nom de forêt de Brocéliande, est situé à 40 km au Sud-ouest de Rennes dans le département d'Ille-et-Vilaine.
Dans une région majoritairement agricole, cette forêt plus qu'un mythe, est devenue au fil du temps avec une superficie de 7 500 ha, la plus grande forêt de Bretagne.
Localisée sur une roche mère de type grès armoricain blanchâtre et de schiste rouge cambrien, cette forêt aujourd'hui privée à 97%, se caractérise par un enchaînement de parcelles contenant diverses essences de feuillus et/ou de résineux sur sol acide.
La présence de résineux sur ce massif est le résultat de leur introduction massive au cours du XIX ème siècle dans une optique de commercialisation du bois d'œuvre.

Notre étude sur le peuplement forestier de Paimpont a pour but de déterminer l'état de santé globale de l'ensemble des 11 parcelles de notre site d'étude.
Cette caractérisation du massif s'effectuera par comparaison des différents paramètres obtenus (état sanitaire, peuplement et type de sol s'appliquant à la parcelle).
Ainsi nous aborderons des pistes de gestion sylvicole qui pourraient être appliquées afin d'augmenter le potentiel du massif en termes de conservation et de gestion durable de la forêt de Paimpont.
L'écosystème forestier est un ensemble d'interactions complexes que l'homme modifie en y appliquant une gestion favorisant une évolution ciblée. Le mode de gestion utilisé à des conséquences sur le développement du massif. L'intérêt est donc de caractériser le massif forestier en définissant les paramètres représentatifs de son état.

Description du site d'étude

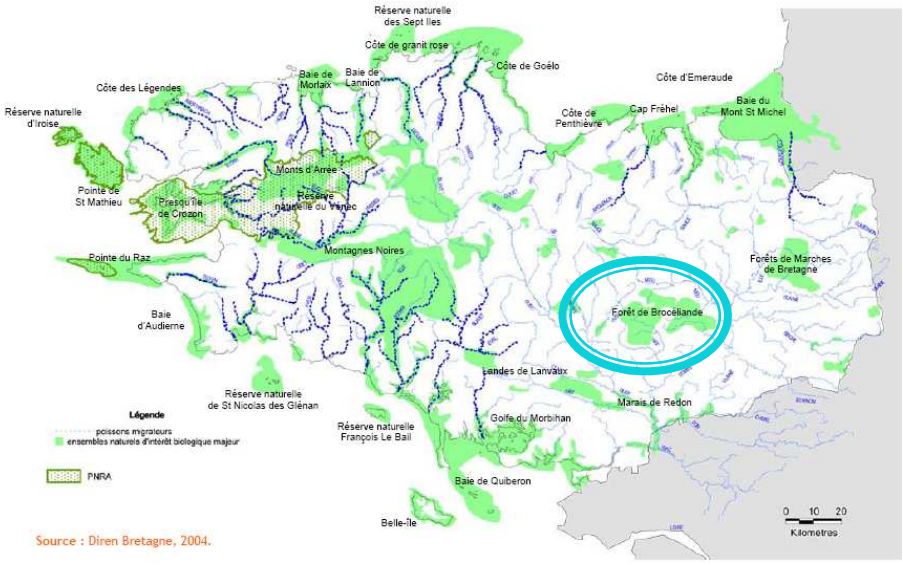


Figure 1: Patrimoine naturel de Bretagne

La forêt de Paimpont est sous l'influence d'un climat océanique atlantique. Les normales de température présentent un maximum au mois d'août compris entre 14 et 25°C et un minimum de 5 à 10°C de novembre à mars. Les étés sont chauds et les hivers doux. Les précipitations sont importantes et relativement bien réparties au cours de l'année. Néanmoins quelques fluctuations se définissent par un minimum de 40mm en août et un maximum d'environ 70mm en hiver. Ce climat est par conséquent favorable à la croissance végétale.

La forêt de Paimpont est formée d'un ensemble de onze parcelles situées au nord-est de la station biologique de Paimpont.

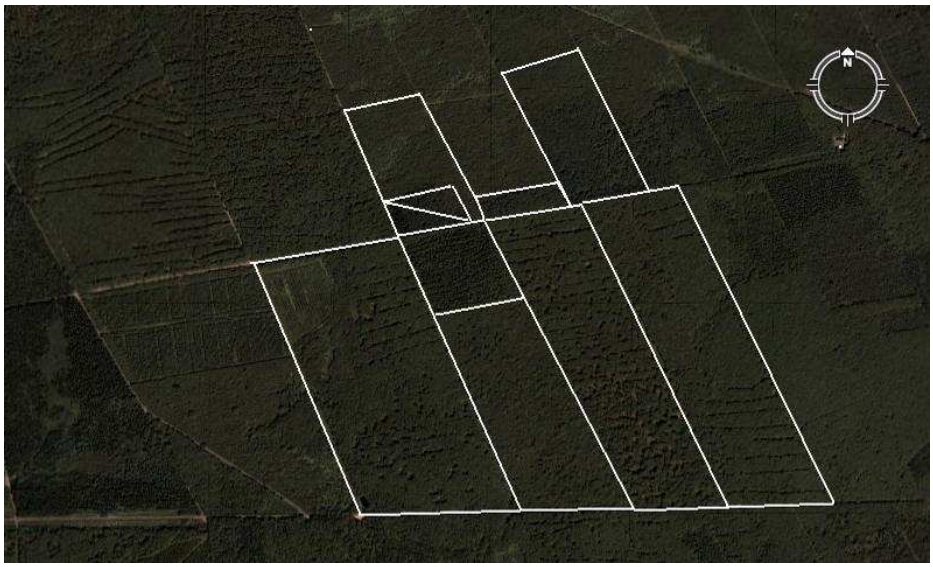


Figure 2 : Vue du ciel du site (extrait du logiciel Google Earth ©)

MATERIEL ET METHODE

Notre étude s'appuie sur l'observation et l'échantillonnage au sein de 11 parcelles afin de comprendre le fonctionnement de l'écosystème forestier à l'échelle du massif.

Initialement une prospection s'est avérée indispensable et a consisté à inventorier les différentes essences d'arbres présentes, leur taille, leur disposition en taillis ou futaie, ainsi que leur densité. Cet inventaire nous informe sur la proportion relative d'une essence, l'âge et l'entretient de chaque parcelle étudiée.
Cette étape permet de réaliser une cartographie grossière du massif, et de regrouper des parcelles de même type pour réaliser au sein de chaque parcelle préalablement redéfinie une étude plus précise. (*Voir la cartographie du massif)*

Dans un second temps, l'étude précise à l'échelle de chaque parcelle est réalisée par deux méthodes que sont l'échantillonnage de différents paramètres par la délimitation d'une placette et la mise en place d'un transect.
-La zone de prélèvements appelée placette est établie à un emplacement représentatif de la qualité de la parcelle dont elle appartient. On en a défini 1 par parcelle, hormis la parcelle X pour laquelle on en a établi 5, afin de faire une inspection un peu plus précise sur cette parcelle qui est la plus grande du « massif » d'étude. Plusieurs superficies de placette peuvent être choisies suivant la taille et l'homogénéité de la parcelle, ainsi que la densité d'arbres. Cependant, la cohérence des résultats nous impose de conserver une surface d'échantillonnage constante au sein d'une même parcelle. La surface des placettes peut par contre varier d'une parcelle à l'autre. Une superficie de 100m² a été choisie pour les placettes des parcelles I, IVb, V, VI, VII. Et de 400m² pour les placettes des parcelles X, II, IVa, VIII.
-Les transects sont mesurés au décamètre de manière précise. Nous avons choisi un transect long de 50m (sauf 30m pour la parcelle II). Le transect nous renseigne, par un inventaire précis à 1m près dans l'espace, sur la localisation, la nature, et la taille des espèces végétales présentes. La déclinaison du terrain au niveau du transect est approximée lors de l'observation. Dans chaque parcelle, le transect passe par la placette. Au niveau de la parcelle X, il passe par la placette 6.

En raison de l'homogénéité, constatée lors de la prospection initiale, entre les parcelles VII, IXa et IXb, on a réalisé un seul transect et une seule placette dans la parcelle VII. Ce qui ramène le nombre de parcelles à 9.

Les parcelles sont caractérisées par différentes approches :

Inventaire quantitatif et qualitatif des arbres:

-Pour chaque placette, et le long de chaque transect, nous avons répertorié les essences présentes et le nombre de sujets correspondant à chaque essence par comptage.

Les éventuelles particularités au niveau des essences, de leur densité, de leur répartition au niveau d'une parcelle sont également relevées, par observation visuelle.

-Nous avons mesuré la circonférence de chaque arbre à 1m30 (C130), à l'aide d'un mètre de couturière. Cette mesure nous permet de calculer le diamètre du tronc à 130cm à l'aide de la formule : (C130 / (2*3.14)) * 2

A partir de cette donnée, nous pourrons caractériser par exemple, pour une parcelle si une essence est gérée plus qu'une autre. Pour ça, il faut regarder le diamètre de l'arbre en fonction de l'effectif. Si pour une essence donnée, tous les diamètres à 130 cm se trouvent dans le même intervalle, on considère alors ces arbres comme ayant le même âge. Dans ce cas nous déduirons que c'est cette espèce qui est gérée. Par contre, si les diamètres à 130cm en fonction des effectifs sont également répartis, on considèrera cette espèce comme non traitée pour la production de bois. Nous mettrons aussi en parallèle les diamètres avec le mode de gestion pour essayer de voir si il y a une relation entre les deux.

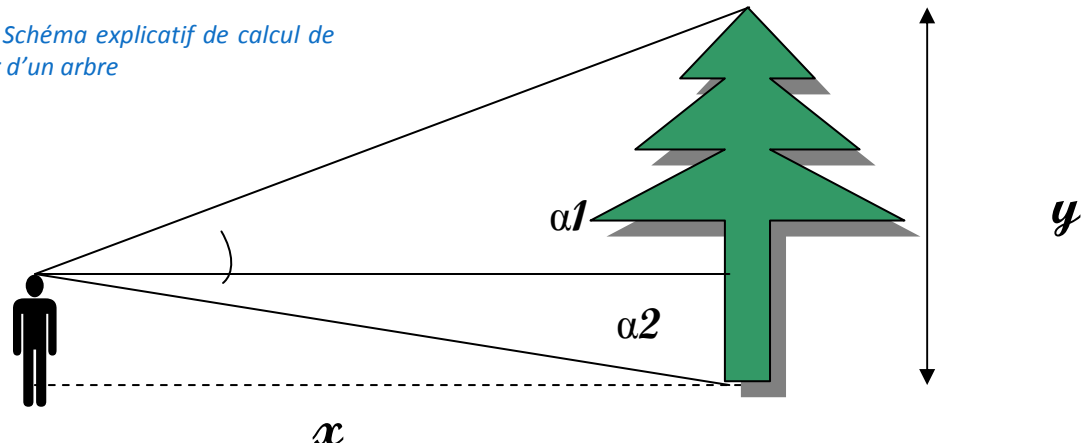
-Nous avons calculé la taille de 4 ou 5 arbres par placette, à partir de la mesure des angles obtenus au clinomètre. Nous avons choisi des arbres d'essences différentes parmi les plus gros C130 de la placette.

Le clinomètre est un appareil qui permet d'estimer la hauteur d'un arbre (y) en fonction de la distance (x) séparant l'opérateur de l'arbre, distance de 20m.

Figure1 : Photographie d'un clinomètre avec une

y = x (α1/100 + α2/100)

Figure 2 : Schéma explicatif de calcul de la hauteur d'un arbre



La mesure de la hauteur de l'arbre mise en relation avec son diamètre par la formule suivante : « hauteur / diamètre » nous permet de calculer le coefficient d'élancement de l'arbre. Ce coefficient nous donne une idée de la compétitivité de l'arbre. Plus le coefficient sera élevé, plus l'arbre sera grand est donc plus il sera compétitif pour la lumière. Au contraire, plus ce cœfficient sera faible, plus l'arbre sera large et donc mieux il tiendra au vent.

Caractérisation du terrain et de l'environnement :

Analyse pédologie

-La déclinaison du terrain est relevée dans les parcelles, et plus particulièrement le long de chaque transect.
-Des observations pédologiques sont réalisées sur les transects de certaines parcelles. A l'aide d'une pelle et d'une tarière, le sol a été creusé pour établir son profil. Les études pédologiques ont été réalisées sur les transects des parcelles IVb (conifères) et VI (feuillus) avec le « groupe pédologie », les autres par nous même.

Mesure du pH su sol / précipitations

-Au niveau de chaque placette, des prélèvements de sol sont effectués dans le but de l'analyser et de relever d'éventuelles corrélations avec l'état de la parcelle. Ces prélèvements ont été effectués au niveau de chaque placette des parcelles I, II, IVa, IVb, VI, VII, VIII et au niveau des placettes 1, 3 et 5 de la parcelle X. Le prélèvement de la terre se fait avec une pelle sur une profondeur allant de 6 à 21 cm de profondeur. Cette variation est la conséquence directe de la qualité et du type de sol voire de l'expérimentateur. Le pH est mesuré pour chaque prélèvement à l'aide d'un pH-mètre étanche automatique (OAKLON). Puis, avec une balance, la masse de la terre fraîche est mesurée (poids frais). Et la masse de la terre sèche est mesurée (poids sec) après un passage 48h dans une berlèze (sorte d'étuve qui via sa lampe sèche la terre, les animaux du sol fuyant la lumière, ils se dirigent vers le bas du cône à berlèze tombant dans un récipient contenant de l'alcool diluée à 70 % , cet outil permet ainsi de déterminer la microfaune ou macrofaune du sol. Ce que nous n'avons pas eu le temps de faire.

-La présence éventuelle de ruisseau est relevée sur chaque parcelle, ainsi que des traces visibles d'animaux (pic vert, cervidés,…), aussi bien au niveau des placettes et transect, que dans l'ensemble de chacune des parcelles.

-Les interventions humaines telles que les coupes de bois formant des trouées dans le massif sont relevées.

-Des pots permettant de recueillir l'eau de pluie ont été positionnés en différents endroits du massif, à l'intérieur des parcelles X, II, VIII, VII, et sur les chemins séparant les parcelles X et II, et les parcelles VII et IX. Les pots situés à l'intérieur des parcelles sont placés sur le transect.

Estimation de l'état de santé du massif :

-Une visualisation globale de chaque parcelle est effectuée afin d'estimer l'état de santé générale de la parcelle et de relevé d'éventuelles traces de maladies ou de parasites sur les arbres. Pour cela, nous regarderons l'état de l'écorce : présence ou absence de traces animales, de champignons, d'insectes xylophages, de parasites, de nécrose cambiale,…

-A l'échelle de la placette, un relevé plus précis des arbres morts est effectué, ainsi que des traces de maladie et de parasites sur chaque arbre composant la placette même chose qu'à l'échelle globale).

-**La méthode DEPEFEU** (DEPErissement des FEUillus) est une méthode qui permet d'avoir une idée de l'état de dépérissement du houppier. Pour cela, il suffit de mettre une note ente 0 et 4 (0 étant la meilleure note et 4 correspond à l'arbre mort) à plusieurs critères qui sont : l'aspect du dôme, la transparence (fenêtre et échancrure), la mortalité (branches et rameaux), la perte de ramification fine sur la moitié supérieure, l'aspect des pousses (homogène ou non, fouet, griffes), les branches coupées (nombre et état de cicatrisation), la présence de gourmand (densité, taille, localisation), les attaques parasitaires. Après avoir noté tous ces critères, il faut faire leur moyenne. On obtient alors l'état de dépérissement du houppier. 0 correspondant à un arbre en bon état de santé et 4 à un arbre mort sur pied.

-La méthode du Leaf Area Indice (L.A.I.) :

Le but de cette technique est de mesurer l'indice foliaire afin d'estimer des paramètres de structure de la végétation.

Protocole :

La L.A.I est une méthode directe réalisée à partir du recueil de la litière.

Concrètement, un carré de dimension 50cm*50cm est mesuré et délimité, puis la litière de l'année n non encore décomposée est prélevée.

La méthode s'effectue à partir d'un sous-échantillon : en laboratoire, un maximum de feuilles entières sont triées, découpées suivant un rectangle de 6 cm^2 de surface afin d'obtenir une surface totale déterminée d'au moins 600cm^2 (5 feuilles de 6cm^2*20).

Ce sous-échantillon est placé à l'étuve pendant 48 heures et pesé. La surface foliaire est ainsi convertie en poids sec. On peut ainsi rapporter la surface foliaire à une unité de masse.

Les restes de découpe et les autres feuilles subissent le même traitement afin d'obtenir un rapport entre la surface foliaire et la surface de sol.

Le produit de la biomasse sèche foliaire par la surface spécifique donne l'indice foliaire.

<u>Exemple :</u>

Surface du sous échantillon = 600 cm^2 soit 0,06 m^2

Mesure du poids du sous échantillon : 4 g

Surface spécifique = surface foliaire / unité de poids sec = 150 cm^2/ g de poids sec

Biomasse foliaire sèche = poids sec foliaire / unité de sol

Mesure du poids du reste de feuilles = 30 g

Poids sec de l'échantillon = 30 g + 4 g = 34 g

Ces 34 g correspondent à une surface de sol de 50*50 cm^2 soit 2500 cm^2, soit 0,25m^2

Notre valeur de référence (biomasse foliaire sèche) correspond donc 34*0,06/4= 0,51 m^2 de surface foliaire. (m^2 feuilles).

Indice foliaire = 0,51 m^2 de feuilles / 0,25 m^2 de sol=2,04 soit **Indice foliaire = biomasse sèche des feuilles * surface spécifique**.

(Equation aux dimensions : $[L]^2/[M]*[M]/[L]^2 = [L]^2/[L]^2$: sans unité mais les unités de longueur ne se rapportant pas aux mêmes paramètres)

Les photo-hémisphériques sont prise à l'aide d'un appareil photo et d'un *fish-eye*, ensemble qui permet de prendre une photo de 360° du couvert végétal.

Lors de la prise de vue, deux observateurs sont nécessaire, l'un prendra la photo, les bras au-dessus de sa tête, et l'autre servira de nord. Cette orientation est importante car elle permettra lors de l'utilisation du programme *GLA* d'orienter l'analyse du programme.

Résultats

La superficie du massif forestier est de 135.9ha. Il était initialement séparé en 11 parcelles. Après avoir réalisé une prospection du massif, nous avons décidé de fusionner les parcelles VII, IXa et IXb car elles comportaient une végétation homogène. A partir de ces 9 parcelles nouvellement délimitées, nous avons pris toutes nos mesures dans des placettes et des transects placés dans chaque parcelle, et utilisé celles-ci pour déterminer dans un premier temps, les essences présentes dans le massif puis le type de gestion et de traitement. Dans un troisième point, nous définirons l'état sanitaire du massif. Par la suite, les caractéristiques du sol et les coefficients d'élancements seront exposés, et enfin dans une dernière partie, nous aborderons le bilan de carbone et le LAI du massif.

1/ Essences présentes :

Dans le massif forestier que nous avons étudié plusieurs essences sont présentes. Nous avons trouvé des feuillus (châtaignier, charme, chêne, bouleau et hêtre) mais aussi des résineux (pin sylvestre et sapin de Nordmann). Les essences sont réparties suivant les effectifs suivant dans le massif :

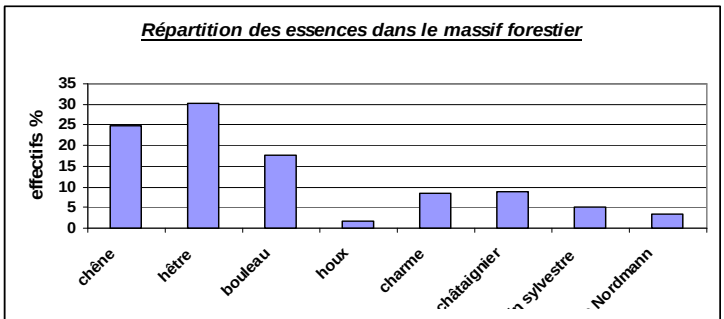


Figure 1 : Répartition des essences dans le massif forestier

Tout d'abord, nous pouvons remarquer que les feuillus sont représentés dans toutes les parcelles alors que les résineux ne sont présents que dans les parcelles II, IVa, IVb et VIII. Chaque essence est plus ou moins représentée en fonction de la parcelle où nous nous trouvons. On peut remarquer qu'aucune essence ne se trouve sur toutes les parcelles de la forêt. De plus, l'espèce majoritaire du massif est le hêtre et il se trouve dans toutes les parcelles sauf la IVb. Ensuite, il y a le chêne qui n'est pas présent dans les parcelles VII, V et I. Pour les autres essences, leur répartition est moins homogène dans le massif. Par exemple, le pin sylvestre ne se trouve uniquement dans les parcelles I, IVa et VIII. Même chose pour le sapin de Nordmann (SN) qui n'est présent que dans les parcelles II et IVb.

Par ailleurs, on a pu observer dans le massif des mousses, du lierre, des ronces, du houx et des fougères de l'année précédentes. Nous avons noté la présence de robinier sur la parcelle I et de poirier sauvage sur la parcelle IVb.

2/ Gestion et traitement du massif :

Plusieurs types de traitements ont été observés dans le massif forestier : taillis et futaie. Aucune des parcelles n'a spécifiquement un type de gestion : les deux sont mélangés de façon plus ou moins équitable. Cependant la futaie domine largement à l'échelle du massif comme le montre le secteur suivant :

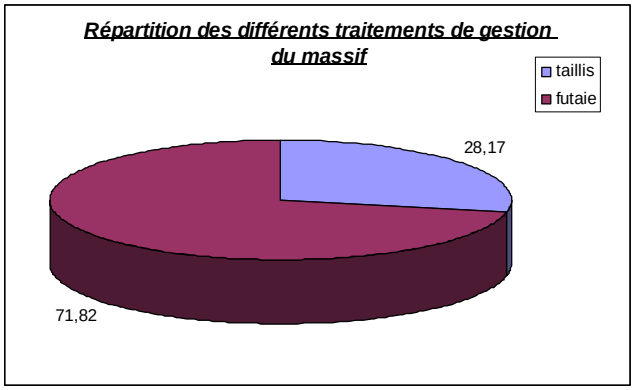


Figure 2 : Répartition des différents traitements de gestion du massif

-Nous remarquerons que cette dominance est respectée au sein de chaque parcelle. Toutefois elle est plus ou moins marquée en fonction de la parcelle considérée : pour les parcelles I, IVb et VI, la futaie n'est représentée que de 55 à 66% alors que le traitement de type futaie est présent à plus de 70% dans les autres parcelles.

-De plus, nous pouvons ajouter que les résineux sont présents strictement en futaie. D'autres essences, comme le chêne et le bouleau sont largement plus présentes sous forme de taillis que de futaie. Par contre, pour le charme et le châtaignier, on en trouve autant sous forme de futaie que de taillis *(annexe fig.1)*

-Par ailleurs, si nous regardons l'ensemble des diamètres à 130cm (calculés à partir des C130), nous remarquerons que les arbres ont en majorité des diamètres inférieurs à 20cm. Par contre lorsque nous observons la répartition des arbres en fonction de leur diamètre à 130cm et du type de gestion *(annexe fig.3 à fig.)*, il semblerait que les arbres en taillis aient de plus petits troncs que les arbres en futaie *(fig. 8 et 6).*

- De plus, sur la parcelle I nous avons observé d'anciennes souches complètement dégradées par la mousse et dans la parcelle IVa, il y avait 2 arbres morts au sol et un arbre déraciné.

3/ Etat sanitaire du massif :

L'état sanitaire du massif est déterminé à l'aide de la méthode de DEPEFEU mais aussi grâce aux diverses appréciations que nous avons pu faire sur le terrain. Cette démarche est donc plutôt subjective.

Ainsi, d'après les diverses observations réalisées, nous pouvons déjà remarquer que l'état sanitaire du massif n'est pas homogène. Il sera donc difficile de juger de son état global. Par contre, si nous pouvons regarder à l'échelle de la parcelle. La DEPEFEU n'a été faite que sur 4 à 5 arbres par parcelle et sur aucun résineux (sauf pour les arbres marqués directement comme mort lors de l'échantillonnage) donc il sera difficile de se faire un réel avis sur l'état sanitaire de chaque parcelle.

La méthode DEPEFEU caractérise l'état du houppier donc la partie supérieur de l'arbre. Nous avons complété nos observations en considérant la partie inférieur de l'arbre, notamment au niveau de l'écorce à sa base (présence ou absence de nécrose cambiale, traces animales, insecte xylophage, champignons).

Nous observons au moins un des symptômes de mauvais état sanitaire de l'écorce dans chacune des parcelles. Nous remarquerons que la parcelle 2 est la seule à présenter tous les symptômes. De plus, seuls les feuillus sont atteints. Dans chaque parcelle des traces animales sont observées sur les troncs des feuillus (jusqu'à 1.50m pour l'écorçage et 1.80m pour les traces de bois). Celles-ci sont principalement présentes chez le hêtre et le châtaignier.

Pour chaque parcelle, la DEPEFEU a été faite sur plusieurs essences différentes choisies soit au hasard soit parce que nous mesurions leur hauteur. Les résultats obtenus sont hétérogènes et vont de la classe 1 à 4. La parcelle VII est la seule parcelle à avoir un bon indice DEPEFEU : sur cinq arbres étudiés, 3 ont un indice égal à 0 (2 bouleaux et 1 hêtre), 2 châtaigniers ont un indice égal à 1. Pour les autres parcelles, les indices varient rarement en dessous de 2.

4a/ Caractérisation du sol :

Parcelles 1, 2, 4a, 5 et 8

- Horizons OL, OF et OH relativement important : associations de débris végétaux d'origine foliaire et de débris ligneux plus ou moins dégradés. Dont les ph sont compris entre 4 et 4,5
- un horizon éluvial E podzolique, résultat de la circulation vers le bas de suspensions ou de solutions et de l'argile.
- Horizon E2 fusionné avec des horizons BPhs
- Disparition de l'horizon A (il n'y a plus d'activité de la microfaune)

Les horizons de ce sol sont caractéristiques d'un **luvisol en cours de podzolisation avancé.**

Parcelles 6 et 4b

- un horizon OL
- un horizon OF
- un horizon OH, dont le pH est compris entre 4 et 5
- parfois présence d'un horizon A fusionnée ou non avec l'horizon E (de lessivage)

Les horizons de sol sont caractéristiques d'un **luvisol podzolique**
Les profils pédologiques obtenus nous montrent une structure générale du sol sur l'ensemble des parcelles.
Les sols sont en cours de podzolisation plus ou moins avancé selon la parcelle.Ces sols étant un luvisol plus ou moins dégradé sur horizon BT, on s'est demandé si cette différence d'avancement dans ce processus de podzolisation était directement liée au taux d'humidité dans le sol et à la position en altitude des parcelles.
On observe que les parcelles les plus hautes en altitude (parcelle VIII) n'ont pas le taux d'humidité le plus élevé (12.58%), par contre les parcelles les plus basses du profil (parcelle I : 21m) ont le taux d'humidité le plus élevé (50.7%).

4b/Coefficient d'élancement :

Pour simplifier les données nous avons décidé de rassembler les résultats des coefficients d'élancement par espèce. Nous pouvons remarquer que le sapin de Nordmann (56) et le chêne (58) ont les coefficients d'élancement les plus faibles. Ils ont donc un tronc plus large et tiennent mieux au vent. Par contre, ils ne sont pas très compétitifs pour la lumière. Au contraire, le bouleau (129), le hêtre (125), le châtaignier (113) ont un coefficient d'élancement élevé. Ils sont donc compétitifs pour la lumière mais ont un plus petit tronc qui fait qu'ils ne tiennent pas au vent.
Enfin, le charme et le pin sylvestre ont un coefficient d'élancement intermédiaire. Ils sont donc un peu compétitifs pour la lumière et tiennent un minimum au vent.

5a/Bilan de carbone :

Résultat bilan de carbone

Parcelle I :

Les bouleaux représentent la plus grande biomasse de cette parcelle (+ 30 tMS/ha)

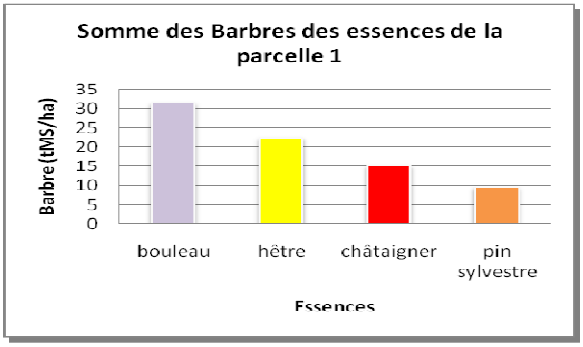


Figure 3 : Somme des biomasses arbres (tMS/ha) selon l'espèce

C'est une espèce prédominante sur la parcelle. Nos autres données concernant cette parcelle sont cohérentes avec la répartition des essences sur la parcelle.

Parcelle II :

Les sapins de Nordmann sont l'essence qui présente la forte biomasse de cette parcelle. Malgré le fait qu'il soit présent en plus faible densité les sapins de Nordmann produisent plus de biomasse (138 tMS/ha) que les autres essences comme les châtaigniers qui sont plus présent sur la parcelle II avec une biomasse de seulement (29 tMS/ha).

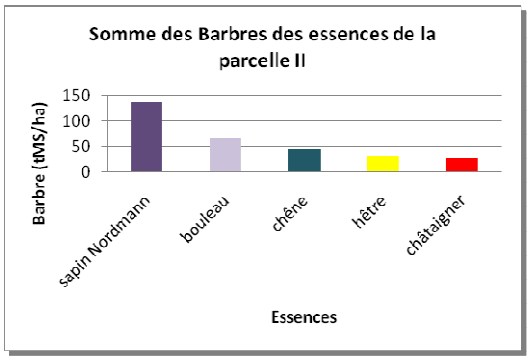


Figure 4: Somme des biomasses arbres (tMS/ha) selon l'espèce

Parcelle IV a :

Dans cette parcelle, les résineux eux aussi produisent plus de biomasse (182 tMS/ha) que les feuillus comme les châtaigniers et les chênes présents en forte densité sur la parcelle. Ces derniers produisant respectivement 16 et 4

tMS/ha de biomasse.

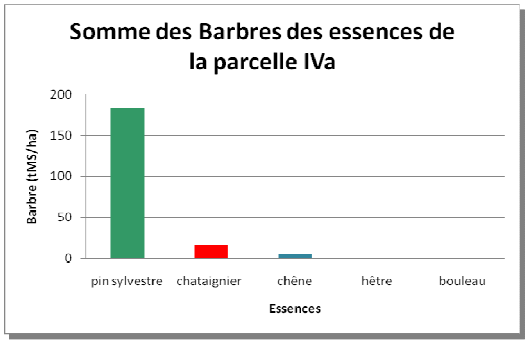


Figure 3: Somme des biomasses arbres (tMS/ha) selon l'espèce

Parcelle IV b :

Les sapins de Nordmann et les châtaigniers sont présents sur cette parcelle de façon homogène. Cependant les sapins de Nordmann produisent 100 fois plus de biomasse que les châtaigniers

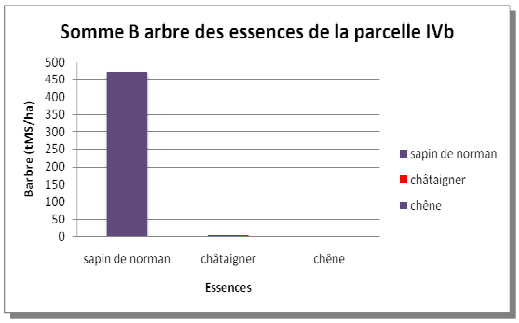


Figure 4: Somme des biomasses arbres (tMS/ha) selon l'espèce

Parcelle V

Cette parcelle est homogène pour la production de biomasse des essences présentes. (40 tMS/ha), mais légèrement dominé par les hêtres.

Résultats que l'on retrouve pour la répartition des essences dans la parcelle.

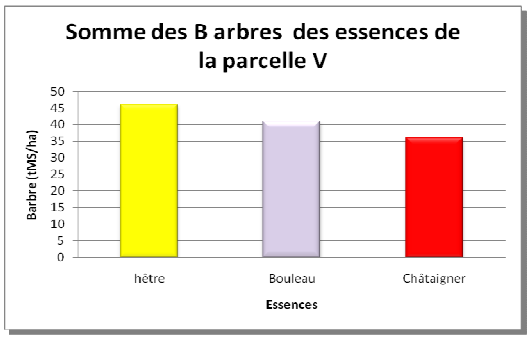


Figure 5: Somme des biomasses arbres (tMS/ha) selon l'espèce

Parcelle VI

En analysant les résultats de répartitions des essences au sein de la parcelle VI , les chênes plus gros producteurs de biomasse sont parallèment les moins représentés sur cette parcelle.Les hêtres malgré leur répartition ne sont que second pour la production de biomasse

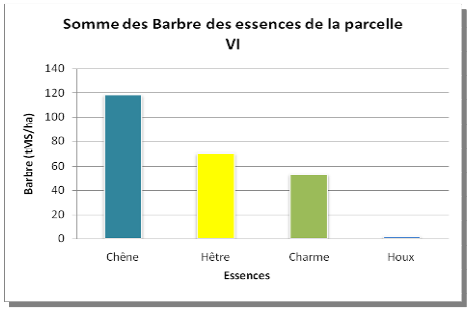


Figure 6: Somme des biomasses arbres (tMS/ha) selon l'espèce

Parcelle VII

Ici les essences qui produisent le plus de biomasse sont les plus reprensentés sur la parcelle .

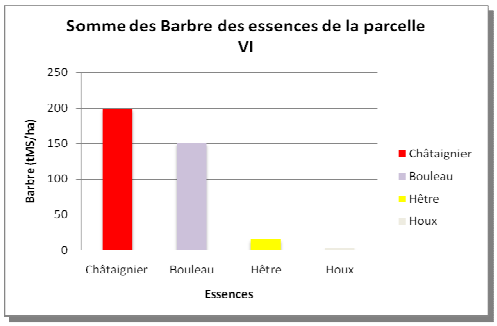


Figure 7: Somme des biomasses arbres (tMS/ha) selon l'espèce sur la parcelle VII

Parcelle VIII

Dans cette parcelle malgré le fait que les chênes soit plus présents en nombre ils produisent cependant moins de biomasse que les pins sylvestres (140 tMS/ha).

De plus les châtaigniers moins nombreux produisent plus de biomasse que les hêtres par exemple (22 tMS/ha pour 1 3,4 tMS/ha).

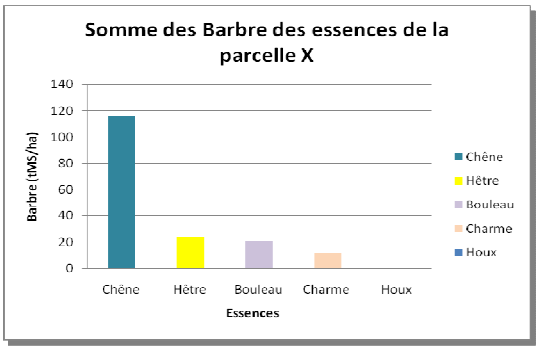


Figure 8: Somme des biomasses arbres (tMS/ha) selon l'espèce

Parcelle X

Les chênes présents en plus grande quantité sont ceux qui produisent le plus de biomasse totale sur la parcelle. Cependant, les bouleaux produisent plus de biomasse que les charmes. (20,5 tMS/ha pour 11,8 tMS/ha)

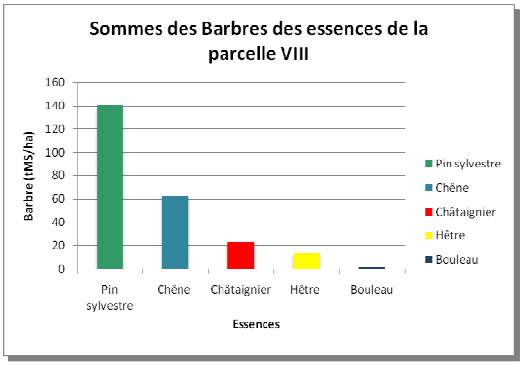
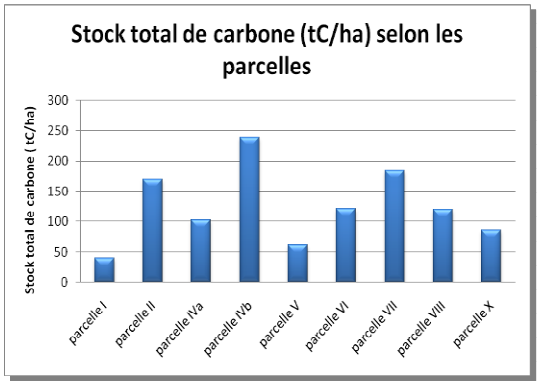


Figure 9: Somme des biomasses arbres (tMS/ha) selon l'espèce

Bilan de carbone « intra-parcelles »

Au niveau national, le stock moyen de carbone est seulement de 137 tC/ha (et le stock de carbone dans le sol est considéré).



Pour certaines de nos parcelles ce taux national est largement dépassé (parcelle II, IV b, VII, VIII).

Ces parcelles possèdent une forte densité de résineux. On pourrait émettre l'hypothèse que les résineux ayant des C130 plus important et persistants, ils stockent au long de l'année beaucoup plus de carbone que les essences feuillus. La parcelle VII (ensemble de feuillus majoritairement) produit un stock de carbone supérieur à celle calculé au niveau national cependant notre échantillon représente une parcelle trois fois plus grande que celle des feuillus.

De plus, ici, nous n'avons pas considéré le sol dans le calcul du stockage total de carbone de notre parcelle alors que dans les écosystèmes terrestres c'est le compartiment qui stocke le plus de carbone.

5b/L.A.I. :

LAI

Le LAI, indice foliaire à l'échelle du peuplement, nous a permis de calculer d'autres indices biologiques comme le LMA (masse surfacique de feuilles) et par la suite la biomasse de feuilles.

Ces données nous permis notamment de déterminer le stock total de carbone contenu dans les essences présentes sur parcelles. (Voir *annexe : Lai)*

Fish-eyes

Les résultats des photos hémisphériques en fonction des essences contenus sur la parcelle, nous permettent d'obtenir si la parcelle est dite « feuillus » le WAI (indice de bois : hiver), sachant que **LAI=PAI-WAI**.

Pour les parcelles de type « résineux » les photos hémisphériques, nous donnes puisqu'ils ne perdent pas leur aiguilles le PAI (indice de bois et feuilles) *(Voir annexe PAI/WAI)*

Discussion :

Les résultats précédents montrent une hétérogénéité des essences au sein du massif. En effet, certaines parcelles sont composées essentiellement de feuillus comme les parcelles I, V, VI, VII et X et les autres contiennent des résineux. Ces différences peuvent s'expliquer par l'intervention de l'homme. Il a probablement importé plusieurs des essences présentes tels que les résineux et les châtaigniers pour la production de bois.
Le massif forestier de notre étude est soumis à l'ingérence de l'homme dont l'optique peut varier en fonction des besoins. Actuellement, la direction principale de gestion est la futaie. Ceci s'explique par une demande s'orientant majoritairement vers le gros bois (bois de construction, de mâts…). Par contre, la gérance en taillis s'avère minoritaire et axée vers le bois de chauffe. Les résultats ont montrés que les arbres en taillis ont majoritairement un diamètre inférieur à ceux des futaies. Ces résultats sont en accord avec le type de traitement soumis au massif.
Nous retrouvons cette hétérogénéité dans l'état sanitaire des arbres du massif notamment d'après la DEPEFEU. En effet, d'après nos résultats le massif serait mis en classe 2. La forêt serait donc dans un état sanitaire moyen. Cependant ce critère d'observation basé sur notre propre subjectivité ne peut que nous donner une idée générale de l'état de santé du massif mais ne peut être suffisant pour le démontrer. Toutes les parcelles présentent des traces animales au niveau de l'écorce mais on ignore si cela a un réel impact sur la santé de l'arbre touché. Il faudrait faire un suivi régulier de ceux-ci pour estimer son importance. Par contre, les autres traces laissées sur l'écorce (nécrose cambiale, champignon, insectes xylophages) peuvent induire des maladies plus grave conduisant à la mort de l'arbre. Cependant, dans notre échantillon, nos données sont insuffisantes pour conclure sur son degré d'implication au niveau de l'état de santé du massif. Par contre, ce résultat pourrait être intéressant lors d'études ultérieures réalisées sur des échantillons plus importants.

Au contraire, le sol est homogène sur tout le massif forestier. En effet, son pH reste constant (entre 4 et 5) sur l'ensemble des parcelles. Nous trouvons un seul type de sol dans le massif, mais pas au même état d'avancement : luvisol en cours de podzolisation. Hors, nous savons que la transformation d'un luvisol en podzol est accélérée par la présence de résineux dont la matière organique des aiguilles se décompose difficilement et lentement. Nous retrouvons bien ce sol intermédiaire (luvisol en cours de podzolisation) dans les parcelles II, IVa et VIII qui sont composées de résineux. En ce qui concerne le taux d'humidité du sol, il paraît

dépendant de l'altitude de la parcelle. Ce résultat ne semble pas être lié à la végétation dans les parcelles du haut ou celle du bas (pas de réelles différences). Il faudrait faire un suivi régulier du taux d'humidité des parcelles pour pouvoir conclure.

Les indices foliaires à l'échelle du peuplement (LAI) et par conséquent le PAI sont comme attendu plus forte pour les parcelles à résineux tandis que les parcelles de feuillus ont des LAI plus petites. Cela est dû à la conservation en hiver des aiguilles de résineux qui continue durant cette période leur photosynthèse et l'augmentation et la conservation de leur houppier.

Pour les parcelles dites de feuillus où nous avons grâce aux mesures de rayonnement le WAI (Wood Area Index), les valeurs reportées sont comprises entre 0,80 et 1,9, valeur qui reste dans la normale observée.

Conclusion

En conclusion, nous avons vu que le massif forestier étudié était hétérogène. Il est caractérisé aussi bien par des feuillus que des résineux. Leur localisation dépend de la parcelle. Dans cette étude, nous avons essayé de montrer que la gestion dominante était de type futaie même si les essences en taillis sont aussi représentées. Nous avons aussi observé que le sol était de type luvisol en cours de podzolisation et enfin nous avons essayé de caractériser l'état sanitaire de la parcelle.

Ainsi, même si nous trouvons des résultats intéressants ; il est difficile de conclure car aucun test statistique n'a été réalisé. De plus, certaines données ne sont pas suffisantes pour conclure. Par exemple, la DEPEFEU qui est trop subjective, mais aussi le fait que l'échantillonnage de la parcelle VII soit fait sur 100m² alors que sa superficie est plus grande que les autres parcelles. Du coup, les résultats ne sont pas vraiment valables. Par contre, que ce soit pour la DEPEFEU ou pour la parcelle VII, nous savons que les résultats obtenus sont donnent une idée générale représentative du massif ou de la parcelle. Par ailleurs, nous aurions pu nous pencher un peu plus sur notre jeu de donnée et en tirer d'autres résultats intéressants. Par exemple, il aurait fallut faire une comparaison au sein d'une parcelle du diamètre à 130cm pour chaque essence en fonction de son effectif. Ceci nous aurait permis de voir dans une parcelle quelle(s) espèce(s) est gérée(s). Après, nous aurions pu comparer les essences gérées entre les différentes parcelles.

De plus, nous avons travaillé à l'échelle du massif ce qui nous a permis de caractériser l'ensemble de notre site d'étude. Par contre tous les résultats obtenus ne sont pas très précis. L'avantage de travailler à l'échelle du massif est que ça permet d'avoir une bonne idée de son ensemble. Par contre, on peut aussi travailler à l'échelle du peuplement. Les expérimentations seront les même mais ne se feront pas à la même échelle. Les résultats seront beaucoup plus précis. En fait, tout dépend de la question que l'on se pose.

Bibliographie :

- *La forêt, l'arbre, le bois*, cahiers de l'université paris-sud, équipes pluridisciplinaire d'enseignants des centres d'Orsay et de Sceaux de l'université Paris-sud.
- *Le multiguide nature de tous les arbres de nos forêts,* A.Mitchell, Bordas.
- *Les insectes de France et d'Europe occidentale*, Michael Chinery, Arthaud.
- *Référentiel pédologique, principes sols d'europe* 1992, INRA Editions.
- *Bilan annuel, Santé des Forêts 1997 et 1998*, ministère de l'agriculture et de la pêche.
- *Bulletin technique* n°29 octobre 1995, ONF.
- *Mesure de l'indice foliaire en forêt*, Nathalie Bréda, Kamel Soudani, Jean-Claude Bergonzini, ECOFOR.
- Polycopié de *cours de méthodologie* M1-Paris11, corps enseignant de méthodologie d'Orsay.
- *Thèse de Ioanna NILA*,sujet : analyse des effets de trouées linéaires sur la végétation forestière, université de Paris-Sud, Centre d'Orsay.
- La Bretagne à travers bois, conseil régional de Bretagne.
- *Ecologie forestière, la forêt : son climat, son sol, ses arbres, sa faune*, formation permanente en écologie et biologie, gauthiers-villars.
- *Précis de sylviculture*, école nationale du génie rural, des eaux et des forêts, L. LANIER