HAL
open science

Réflexions sur les limites de développement de la filière bois-énergie bocage du Perche

Marion Dulieu

To cite this version:

Marion Dulieu. Réflexions sur les limites de développement de la filière bois-énergie bocage du Perche. Sciences agricoles. 2013. dumas-00985383

HAL Id: dumas-00985383

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00985383v1

Submitted on 29 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AGROCAMPUS OUEST

CFR Angers

2 rue André Le Nôtre

49100 Angers

Parc Naturel régional du Perche

Maison du Parc - Courboyer

61340 Nocé

Mémoire de Fin d'Études*

Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage *

Année universitaire* : 2012 - 2013

Spécialité* : Paysage

Spécialisation ou option* : Ingénierie des territoires (IT)

Réflexions sur les limites de développement de la filière bois-énergie bocage du Perche

Par : Marion DULIEU

Illustration éventuelle

*Volet à renseigner par l'enseignant responsable de l'option/spécialisation** *ou son représentant*

Date : …./…/… Signature

Bon pour dépôt (version définitive) ❑

Autorisation de diffusion : Oui ❑ Non❑

Devant le jury *:*

Soutenu à Angers … le* :17/09/2013

Sous la présidence de : Damien Rousselière*

Maître de stage* : Laurent Benard

Enseignant référent : Gilles Galopin

Autres membres du jury (Nom, Qualité) :

"*Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".*

* champs obligatoires

Remerciements

Je remercie Monsieur Jean-Pierre GERONDEAU et Monsieur Denis GUILLEMIN qui m'ont permis d'effectuer ce stage au sein du Parc Naturel Régional du Perche

Je remercie Laurent BENARD, mon maître de stage de m'avoir donné l'opportunité de faire mon stage de fin d'étude au sein du Parc et pour ce qu'il m'a transmis au cours de ce stage.

Je remercie Laurent NEVOUX de la SCIC[1] Bois Bocage Energie pour les pistes de travail sur lesquels il m'a orienté, au cours d'un agréable temps d'échange, et qui m'ont permis de recadrer l'étude.

Je remercie Thomas VITOUX et Damien VIVES pour leur aide apportée au relevé des données d'inventaire sur le terrain.

Je remercie Clémence ADAM, de la chambre d'agriculture de l'Orne, et Morgane STOYANOV, de la chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir, pour leurs conseils et leur intérêt porté à l'étude que j'ai effectuée.

Je remercie également toute l'équipe du Parc pour son accueil chaleureux.

[1] Société coopérative d'intérêt collective

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations
Glossaire
Liste des annexes
Liste des illustrations
Avant-propos

I. Introduction 1
II. Le bois-énergie : vecteur de développement territorial 1
1. Le Grand Perche : un territoire à équilibrer 2
a) Une multitude d'acteurs présents sur le territoire 2
b) Le bocage : une ressource à multiples usages 3
2. Intérêt du bois-énergie comme outils de développement territorial 3
a) La valorisation bocagère 3
b) Avantage économique de la plaquette bocagère 4
c) Respect de l'environnement 4
d) Création et maintien d'emplois locaux 5
3. Structuration de la filière bois-énergie 6
a) Les objectifs de développement de la filière bois-énergie bas-normande 6
b) Organisation de la filière bois-énergie du Perche 7
4. Bilan de la filière bois-énergie sur l'année 2012 8
a) Etat de l'avancement du programme 8
b) Les limites au développement de la filière bois-énergie 9
5. Conclusion 10
III. Mise en place d'une méthode d'estimation de la biomasse bocagère du Grand Perche 11
1. Intérêt de la mise en place d'une étude de la biomasse bocagère 11
2. Références utilisées pour la mise en place de la méthode 12
a) L'étude « Haie, biomasse, Basse-Normandie » (HBBN) 12
b) La base de données Bocage (BDB) des Parcs de Basse-Normandie 12
c) Référentiel sur la productivité des haies en fonction de leur typologie et des espèces 13
d) Validation de la méthode par des professionnels de la filière 13
3. Inventaire du bocage percheron 14
a) Objectifs et principe 14
b) Choix de la zone d'étude 15
c) Choix d'échantillonnage 16
d) Définition des variables d'études 18

e) Des variables au relevé terrain 19
4. Conclusion 19
IV. Méthode d'analyse et résultats de l'estimation de la biomasse bocagère sur le Grand Perche 20
1. Principe 20
2. L'analyse statistique : chiffrer l'énergie disponible 20
a) Estimation du linéaire bocager réelle 20
b) Estimation de l'exploitabilité du bocage 21
c) Estimation de la productivité du bocage 21
3. Analyse spatiale 22
a) Répartition du linéaire réel de bocage 22
b) Répartition du bocage exploitable et de sa productivité 24
4. Conclusion 25
V. Perspectives de structuration de la filière bois-énergie du Grand Perche 26
1. Etat des lieux du bocage percheron 26
a) La ressource bocagère disponible 26
b) Consommation de bois des chaudières installées sur le Grand Perche 27
c) Répartition de la biomasse bocagère sur le Grand Perche 27
2. Objectifs d'organisation de la filière énergie bocage du Grand Perche 28
a) Promouvoir la filière bocage-énergie 28
b) Optimiser la gestion du bocage sur le territoire 30
c) Assurer une part de bois local dans l'approvisionnement 30
d) S'inscrire dans un programme global d'économie d'énergie 31
3. Conclusion 31
VI. Conclusion 32
Bibliographie 33

Liste des abréviations

ADEME : agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

BDB: base de données bocage.

BENO: bois énergie nord-ouest.

CA 28: chambre d'agriculture de l'Eure-et-Loir.

CA 61 : chambre d'agriculture de l'Orne.

CFT : charte forestière de territoire.

CRPF: centres régionaux de la propriété forestière.

CUMA: coopérative d'utilisation de matériel agricole.

FCBA: forêt, cellulose, bois-construction, ameublement.

FD CUMA: fédération des CUMA.

HBBN: haies, biomasse, Basse-Normandie.

IFN: institut forestier national.

IGN: institut géographique national.

MNT: modèle numérique de terrain.

OPAH: opération programmée d'amélioration de l'habitat.

PnrP : Parc naturel régional du Perche

SCRAE: schéma régional climat air énergie.

SCIC B^2E : société coopérative d'intérêt collectif bois bocage énergie.

SIG : système d'information géographique.

Glossaire

Biomasse : ensemble des énergies provenant de la dégradation de la matière organique (ici du bocage).

Broyage : opération visant à réduire le bocage à l'état de petits fragments de bois appelés plaquettes bocagères.

Débardage : à transporter les haies abattues de leur lieu de broyage vers une route ou un lieu de dépôt provisoire

Echantillonnage : en statistiques, un échantillon est un ensemble d'individus extraits d'une population étudiée de manière à ce qu'il soit représentatif de cette population, au moins pour l'objet de l'étude.

Raster ou image matricielle : est une image constituée d'une matrice de points colorés. C'est-à-dire, constituée d'un tableau, d'une grille, où chaque case possède une couleur qui lui est propre et est considérée comme un point. Il s'agit donc d'une juxtaposition de points de couleurs formant, dans leur ensemble, une image.

Liste des annexes

Annexe 1 - Carte du Perche 35
Annexe 2 - Occupation des sols du Perche 36
Annexe 3 - Les différentes formes de bois-énergie 37
Annexe 4 - Cycle biochimique de l'exploitation du bocage pour l'énergie 38
Annexe 5 - Liste des opérateurs bois-énergie du Perche 39
Annexe 6 - Cycle de production du bois déchiqueté 40
Annexe 7 - Typologies de bocage 41
Annexe 8 - Volume moyen de bois par typologie de bocage 42
Annexe 9 - Extrait de la base de données bocage 43
Annexe 10 - Productivité des haies en fonction de leur typologie et des essences 44
Annexe 11 - Référents contactés lors de l'étude 45
Annexe 12 - Détermination du nombre d'échantillons nécessaires à l'estimation de la biomasse bocagère du Perche 46
Annexe 13 - Répartition des zones à inventorier 47
Annexe 14 - Description de chaque état des variables 48
Annexe 15 - Fiche de relevé / Inventaire du bocage 49
Annexe 16 - Exemple d'une fiche de repérage d'une zone à inventorier 50
Annexe 17 - Extraits de la saisie des données 51
Annexe 18 - Synthèse de l'analyse statistique 52

Liste des illustrations

Figure 1 Situation géographique du Perche 2
Figure 2 Comparatifs du coût des différents types d'énergie 4
Figure 3 Emissions polluantes de différents types de chaudières 5
Figure 4 La filière bois-énergie dans le Perche 7
Figure 5 Schéma du principe de la méthode d'estimation de la biomasse bocagère 15
Figure 6 Répartition du taux d'erreur de la base de données bocage 23
Figure 7 Répartition du linéaire réel de bocage sur le Grand Perche 23
Figure 8 Répartition des typologies bocagères du Grand Perche 24
Figure 9 Répartition du volume bocager du Grand Perche 25
Figure 10 Correspondance énergétique du linéaire bocager du Grand Perche 26
Figure 11 Répartition de la biomasse bocagère du Grand Perche 28
Figure 12 Carte de synthèse des objectifs de structuration du territoire 29

Tableau 1 Avancement du programme bois-énergie ente 2007 et 2013 (en tep / an) 9
Tableau 2 Les différents types de biomasses bocagères, leurs définitions et les facteurs limitant leur disponibilité 11
Tableau 3 Acteurs qui ont contribué à l'amélioration de la méthode d'inventaire du bocage du Grand Perche 14
Tableau 4 Tirage du nombre d'échantillon par zone de densité 17
Tableau 5 Description des variables mesurées lors de l'inventaire 19
Tableau 6 Evaluation du besoin des installations bois-énergies actuelles par rapport à la ressources bocagères disponibles sur le territoire 27

AVANT-PROPOS

Le Parc naturel régional du Perche (PnrP) s'étend sur 126 communes de l'Orne et de l'Eure-et-Loir et bénéficie de la présence de deux Pays : Pays du Perche ornais (111 communes) et le Pays d'Eure-et-Loir (74 communes).

Conformément à sa charte constitutive et au regard de l'importance des surfaces boisées dans le Perche, le PnrP s'apprête à rédiger avec ses partenaires techniques une charte forestière de territoire (CFT) à l'échelle des 193 communes du Grand Perche et du canton de Châteauneuf-en-Thymerais. Cette charte s'intéressera, entre autres, au bois de haies et à sa valorisation en bois énergie.

A ce jour, plusieurs initiatives portées par le Pays Perche d'Eure-et-Loir, notamment en collaboration avec l'association Perchebois, la Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir et d'autres structures visent à développer la filière bois dans le Perche. La CFT du Parc doit s'inscrire dans cette dynamique et contribuer à son niveau au développement de la filière.

Une étude[2], commanditée par la région Basse-Normandie et soutenue par l'Ademe, a été réalisée par l'Inventaire Forestier National et a permis d'avoir une estimation de la biomasse bocagère présente en Basse-Normandie.

Dans le cadre de la rédaction de la charte forestière de territoire du Perche, le Parc souhaitait réaliser une étude sur la ressource bocagère du Grand Perche afin de disposer de données nécessaires au diagnostic de la filière bois-énergie du Perche.

Ma mission, en tant que stagiaire au sein du Parc, a donc consisté à mettre au point une méthode d'inventaire de la ressource bocagère et de l'appliquer à l'ensemble du territoire du Grand Perche pour ensuite mener une réflexion sur les enjeux de développement de la filière bois-énergie sur ce territoire.

[2] Etude « Haie Biomasse Basse-Normandie » (HBBN), 2010

I. INTRODUCTION

Pour répondre aux objectifs de l'Agenda 21, la région Basse-Normandie a mis au point des programmes de maîtrise énergétique soutenant le développement des énergies renouvelables afin de répondre à l'augmentation des coûts de l'énergie et de réduire l'émission de gaz à effet de serre.

Etant donné que le bois de bocage est une ressource locale importante sur le territoire bas-normand, la création d'une filière bois-énergie, pour répondre à ces enjeux de développement durable, semblait être un des grands enjeux du territoire. En effet, la région Basse-Normandie possède une des densités de bocage les plus élevées de France avec 130 000 kilomètres de haies répartis sur le territoire (IFN).

Cependant, parmi les bilans réalisés par les principaux acteurs de la filière, il en découle que la gestion bocagère n'est pas assez optimisée en ce qui concerne l'exploitation du bois pour l'énergie. Ce qui entrave le développement de la filière malgré l'augmentation de la consommation de bois-énergie par les habitants.

Un des arguments qui permettrait de consolider la filière serait de connaître le potentiel de biomasse bocagère réellement mobilisable pour le bois-énergie pour évaluer la marge de développement possible de la filière. En effet, même si les acteurs ont conscience que le bois de haie est largement sous-exploité, il n'existe pas de chiffrage précis sur le Grand Perche qui leur permettrait de se lancer dans des opérations de chaufferie de plus grande envergure qui nécessiteraient un apport de bois important.

Ainsi, l'enjeu principal de la filière serait d'estimer cette biomasse mobilisable et de s'en servir comme base de réflexion pour apporter des solutions de développement à la filière bois-énergie. Il s'agira du sujet de ce mémoire. Et pour expérimenter une méthode d'estimation, nous choisirons le territoire du Perche car il s'agit du territoire d'application de la CFT et les données pourront être utilisées pour son volet bois-énergie par le Parc naturel régional du Perche.

Par conséquent, tout au long de ce document, nous tenterons de répondre à la question suivante : *quelles sont les difficultés que rencontre actuellement la filière bois-énergie du Grand Perche et quels moyens peuvent être mis en œuvre pour assurer son développement ?*

Dans un premier temps, nous démontrerons que la filière bois-énergie peut être un élément moteur du développement territorial. Puis, nous exposerons une méthode d'estimation de la biomasse bocagère mobilisable au niveau du Grand Perche. Enfin, nous annoncerons les résultats de la méthode et tenterons d'en tirer des conclusions pertinentes pour améliorer le développement de la filière.

II. LE BOIS-ENERGIE : VECTEUR DE DEVELOPPEMENT TERRITORIAL

Le développement territorial fait référence à l'application de politiques d'aménagement qui sont importantes pour les territoires ruraux. Pour cela, la mise en place de politiques adaptées est nécessaire, c'est-à-dire des politiques qui prennent en compte les spécificités et les ressources d'un territoire. Le bois-énergie est une opportunité pour les territoires de coordonner le développement

et la structuration d'une filière. C'est un moyen de créer des emplois et de maintenir ou de relancer une activité autour de volontés locales.

1. Le Grand Perche : un territoire à équilibrer

Le territoire du Perche s'inscrit dans un contexte administratif qui complexifie son organisation. Notamment, au niveau des politiques sur le maintien de la trame bocagère. La diminution alarmante de cette dernière a entraîné une réflexion sur les usages et l'intérêt de la présence de bocage dans nos campagnes.

a) Une multitude d'acteurs présents sur le territoire

A environ 150 km de Paris, le Perche est un territoire situé entre le bassin parisien et le massif armoricain, et il connait une croissance par débordement des migrations issues de la région parisienne *(cf. Figure 1)*. Situé sur deux départements, l'Orne et l'Eure-et-Loir, et deux régions, La Basse-Normandie et le Centre, il se distingue par la diversité de son relief et de ses paysages composé de bocage *(cf. Annexe 1)*.

Une gestion complexe du territoire se révèle être dû à la superposition de diverses structures telles que les pays, les communautés de communes, les conseils généraux, les régions, etc… En effet, cette multitude de structures propose des politiques d'aménagement du territoire différentes, et les échanges entre les structures peuvent s'avérer difficiles à mettre en place.

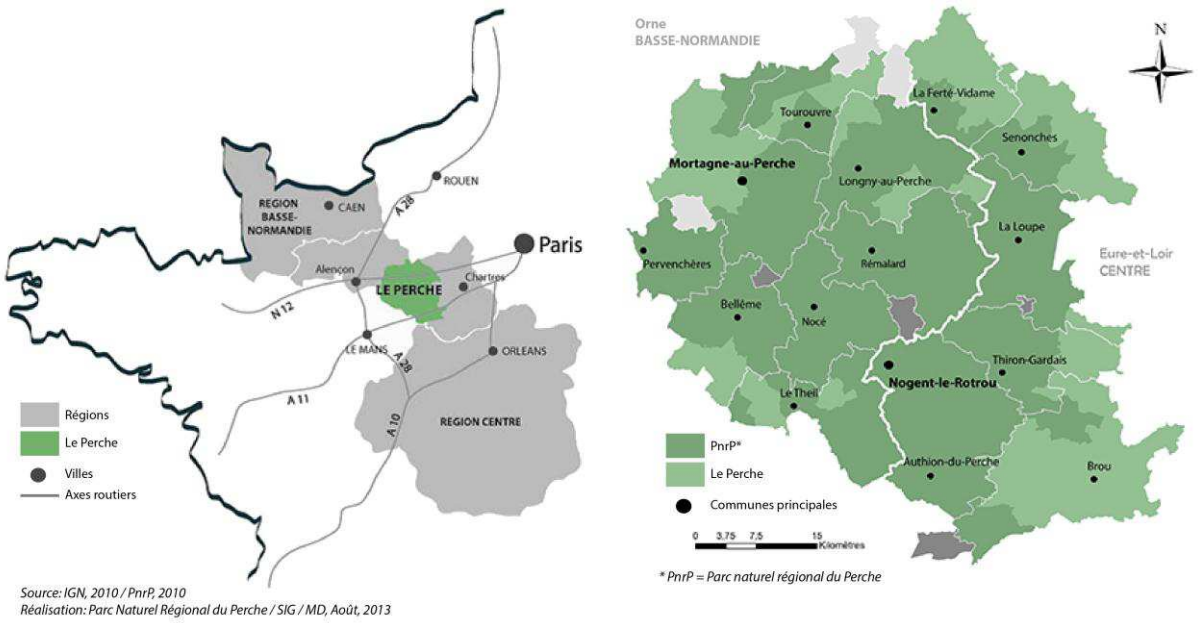


Figure 1 Situation géographique du Perche

Ceci est notamment remarquable à l'observation de l'occupation des sols du Perche. On note une place prépondérante de l'agriculture sur le territoire *(cf. Annexe 2)*. Néanmoins l'altération des trames bocagères par les remembrements pour laisser place à l'extension de surfaces en culture sont des traces visibles et plus particulièrement en Eure-et-Loir. Ce qui démontre une différence d'appréciation du bocage entre la partie ornaise et eurélienne du Perche. **Une filière de développement bois-énergie située sur le territoire du Perche pourrait être un moyen de mettre en place une gestion plus équilibrée du territoire entre les différentes structures.**

b) Le bocage : une ressource à multiples usages

De nos jours, le bocage est principalement perçu comme une composante écologique ou esthétique d'un territoire. Or, il regroupe une mixité d'usage plus large souvent méconnu pour des personnes non averties. En effet, il possède également une valeur agronomique (amélioration du rendement des cultures, limite l'érosion du sol,…) et économique (bois d'œuvre, bois de chauffage,…).

D'ailleurs, il fut par le passé la forme traditionnelle de gestion de l'espace rural, adaptée à la vocation herbagère de la région Basse-Normandie et à l'élevage de bovins. La haie était alors un élément économique pilier de la vie paysanne : clôture et limite de propriété, elle fournissait aussi fruits, gibiers, bois et fourrage… Façonné de génération en génération de paysans, le bocage n'est pas à proprement parlé un milieu « naturel » ; il n'en reste pas moins un écosystème riche et une fonctionnalité écologique indispensable : brise-vent, rétenteur d'eau, abri pour les oiseaux insectivores et granivores auxiliaires des cultures, source d'ombre…

Le développement de la filière bois-énergie se fera de manière pérenne si tous les aspects précédemment évoqués sont gérés avec parcimonie.

Conclusion : Le développement de la filière bois-énergie repose donc sur un équilibre de gestion, que ce soit entre les différentes structures présentes sur le territoire du Perche ou entres les différentes fonctions du bocage.

2. Intérêt du bois-énergie comme outils de développement territorial

Parmi les différentes formes de bois-énergie *(cf. Annexe 3)*, les plaquettes de bois déchiquetés présentent de nombreux atouts qui sont de quatre ordres : la valorisation bocagère, l'avantage économique de la plaquette bocagère, le respect de l'environnement et la création d'emplois locaux.

a) La valorisation bocagère

Le bois-énergie au travers du produit plaquettes bocagères, permet de mobiliser des bois non exploités et d'offrir un nouveau débouché aux déchets végétaux jusqu'alors peu valorisés dans la région. En effet, le bois déchiqueté valorise 30 à 50 pourcents de plus de bois que le bois bûche, car les branches de plus faible diamètre sont également utilisées, et demande cinq fois moins de temps d'exploitation[1].

Ainsi, son développement doit permettre ainsi de concourir à la **relance de l'exploitation bocagère**.

Les résidus de l'industrie du bois et les déchets végétaux issus de l'arboriculture peuvent également être valorisés en plaquette. Actuellement, trois scieries, installées sur le Grand Perche, valorisent leurs résidus en les réinjectant directement dans leur chaufferie. Et une dizaine de producteur cidricole du Grand Perche pourraient également valoriser leurs déchets issus des tailles d'arbres fruitiers pour l'énergie.

b) Avantage économique de la plaquette bocagère

Le bois est une des sources d'énergie les moins chères parmi celles disponibles aujourd'hui. Et c'est sous la forme plaquette qu'il est le plus intéressant, notamment celles de bois bocagers et autres déchets végétaux *(cf. Figure 2).*

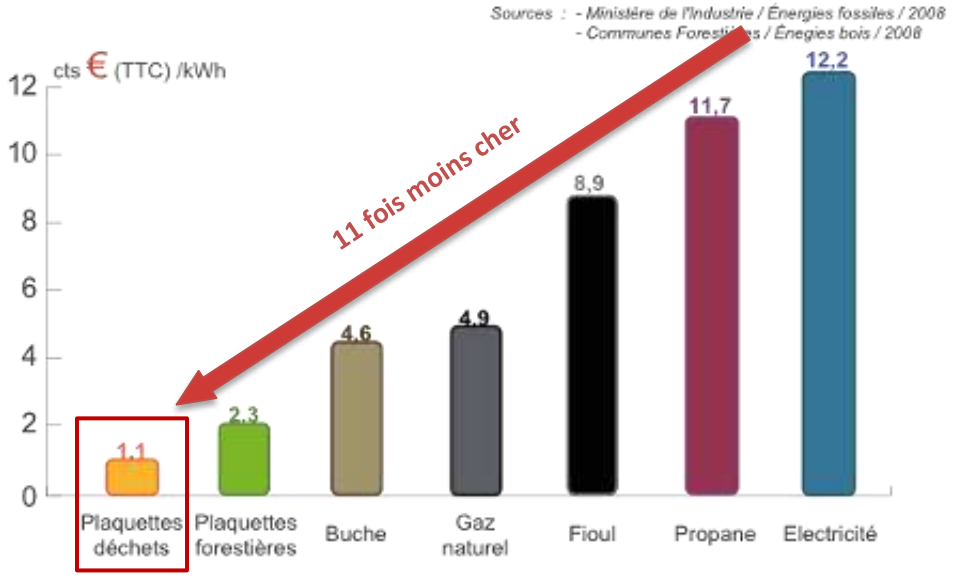


Figure 2 Comparatifs du coût des différents types d'énergie

Ceci tient au fait que, d'une part, la plaquette est issue d'un processus de production simple (coupe, broyage et stockage du bois) qui ne nécessite pas de transformation complexe (raffinage) consommatrice d'énergie, ni de transport sur de très longues distances (comparativement aux énergies fossiles). Ainsi pour trois kilomètres de bocage entretenus pour la plaquette, une économie de 1460 euros est réalisée par rapport au coût de l'électricité.

D'autre part, la plaquette est produite à partir de bois de faibles valeurs, ne trouvant que peu de débouchés actuellement. Le prix de revient est principalement constitué du coût de son exploitation (bûcheronnage, débardage, broyage) dépendant de la localisation de la ressource (zone d'accès plus ou moins faciles, ...) Le prix d'achat du bois à son propriétaire n'a que très peu d'influence sur le prix final du combustible produit.

Enfin, **le bois n'est pas indexé sur le prix des énergies fossiles et il n'a pas augmenté ces dernières années** contrairement au fioul et au gaz notamment, ce qui le rend d'autant plus compétitif.

c) Respect de l'environnement

La combustion du bois rejette le CO_2 stocké par l'arbre lors de sa croissance selon le principe de la photosynthèse et du cycle du carbone.

On parle de bilan nul en termes de CO_2 du fait de non apport supplémentaire de CO_2 dans l'atmosphère contrairement aux énergies fossiles : il n'y a pas de déstockage massif de carbone dans l'atmosphère, seulement une restitution du CO_2 capté qui est alors réabsorbé par la croissance d'un nouvel arbre. L'utilisation du bois comme énergie accélère le cycle du carbone : que ce soit par combustion ou décomposition de l'arbre à sa mort, le carbone est restitué puis stocké à nouveau et

ainsi de suite *(cf. Annexe 4)*. L'utilisation de 4 m^3 de bois en substitution d'une énergie fossile pour le chauffage collectif résidentiel évite l'apport de 2,5 tonnes de CO_2 dans l'atmosphère[3].

De plus, les technologies performantes de chaudières automatiques couplées à la fragmentation du combustible bois (plaquette) permettent une maîtrise totale et un haut rendement de la combustion. La combustion complète à haute température limite très fortement les rejets gazeux polluants *(cf. Figure 3)*.

EMISSIONS POLLUANTES

Emissions de CO, NO2 et SO2 des chaudières lors de production de chaleur en kg/TJ (ou mg/MJ) [source BLT Autriche]	SO_2 Dioxyde de souffre	Nox Oxydes d'azote	CxHy Composés organiques volatiles	CO Monoxyde de carbone	CO_2 Dioxyde de carbone	Poussières
Chaudière Fioul	140	40	10	50	78000	5
Chaudière Gaz Naturel	0	40	5	50	52000	0
Chaudière Charbon	340	70	10	4500	104000	60
Chaudière à bois bûches traditionnelle	10	50	1000	6000	0	70
Chaudière à bois bûche moderne	10	42	9	366	0	14
Chaudière à bois déchiqueté	10	45	2	16	0	14

Mission Régionale Bois Energie

Figure 3 Emissions polluantes de différents types de chaudières

Enfin, les plaquettes forestières pour le chauffage collectif sont largement plus performantes que les énergies classiques en termes de consommation d'énergie non renouvelable pour être mises en œuvre.

Compte tenu de la complexité des filières qui les composent, les énergies fossiles présentent des bilans bien moins flatteurs : le chauffage basé sur l'utilisation de **ces énergies traditionnelles consomme plus d'énergie qu'il n'en restitue.**

d) Création et maintien d'emplois locaux

L'utilisation de plaquettes forestières permet :

- De développer ou maintenir de l'activité économique grâce à l'ensemble des opérations de production de plaquettes bois énergie (exploitation, broyage, stockage/conditionnement, livraisons, ...).
- De développer et diversifier l'économie du bois et de la forêt en milieu rural, en créant ou maintenant des emplois dans les entreprises sur les territoires.

Contrairement aux énergies fossiles, l'ensemble des dépenses liées à la production du combustible pour le chauffage est réinjecté dans l'économie locale. **La relocalisation économique sera d'autant plus forte que l'organisation pour l'approvisionnement se fera à une échelle de territoire pertinente et en circuit court.**

[3] Selon Mission Régionale Bois Energie.

Conclusion : Utiliser le bois, et plus particulièrement la plaquette, comme source d'énergie renouvelable permet de mobiliser tous les aspects d'une gestion durable pour le territoire :

- Aspect écologique : limitation du rejet de CO_2…
- Aspect économie : le bois est moins coûteux que les énergies fossiles…
- Aspect social : dynamique de territoire avec la création d'emplois locaux…

3. Structuration de la filière bois-énergie

La filière bois-énergie doit répondre à des enjeux et des objectifs environnementaux internationaux. C'est entre autre pour cela que les territoires bénéficient de fonds structurels européens (FEDER) pour soutenir leur développement territorial. En adéquation avec ces objectifs, l'Ademe et la région Basse-Normandie ont mis en place des programmes de développement énergétique propre au territoire bas-normand.

Du côté du Pays Perche, partie eurélienne du Perche, la promotion de la filière locale bois-énergie du bocage est assurée par l'association Perchebois. De plus, la région Centre et l'interprofession Arbocentre ont instauré une « Charte Energie Bois Région Centre » qui a pour objectif de faire la promotion des combustibles bois énergie de qualité facilitant la mise en place de nouvelles chaufferies bois à alimentation automatique.

a) Les objectifs de développement de la filière bois-énergie bas-normande

Depuis 1995, la région Basse-Normandie et l'ADEME se sont engagées dans le développement de la filière bois-énergie, au travers de deux programmes successifs, le plan « Bois-énergie et développement local » (1995-2006) et le Défi'NeRgie (2007-2013), dont l'animation est assurée par Biomasse Normandie. Ces actions ont été soutenues par les fonds structurels européen FEDER depuis 2002 et de façon ponctuelle par les Conseils généraux des trois départements.

Pour la période 2007-2013, la région Basse-Normandie s'est fixée pour objectif de réduire la production de gaz à effet de serre de 500 000 tonnes de CO_2 pour le secteur de l'énergie (ce qui représente 2,7 % des émissions régionales) [2] ; pour cela, l'un des axes opérationnels proposé dans le « Défi'NeRgie de Basse-Normandie » concerne l'augmentation de la production de chaleur à partie du bois-énergie, au travers :

- de la poursuite du programme de mise en place de chaufferies bois de forte puissance en milieux urbains ;
- du développement de chaufferies et de réseaux de chaleur au bois en milieu rural.

Depuis 2009, la mise en place du Fonds Chaleur, géré par l'Ademe, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, a permis de mobiliser des moyens financiers supplémentaires avec pour objectif de renforcer et d'accélérer le développement de projets de chaufferies bois de moyenne et forte puissance, dans les secteurs de l'habitat collectif et du tertiaire.

Enfin, il faut noter que la région Basse-Normandie s'est engagée, depuis juin 2011, dans l'élaboration de son schéma régional climat air énergie (SRCAE) ; celui-ci a été adopté en juin 2012 et constitue un document d'orientation qui définit des objectifs, aux horizons 2020 et 2050, en matière de réduction de gaz à effet de serre, de lutte contre la pollution atmosphérique, de développement des énergies renouvelables et d'adaptation aux changements climatiques.

b) Organisation de la filière bois-énergie du Perche

Avec l'augmentation importante du nombre de chaufferies collectives au bois en Basse-Normandie et en Eure-et-Loir et les intérêts économiques suscités par la forte croissance du développement de cette filière depuis quelques années, la structuration de la filière bois-énergie du Grand Perche s'organise aujourd'hui autour d'un ensemble élargi d'opérateurs, constitué, d'une part et principalement, par les sociétés Biocombustibles SA et Bois Energie Nord-Ouest (BENO), et d'autre part, par une structure agricole organisée en milieu rural, autour de la valorisation de bois bocagers, à savoir la SCIC Bois Bocage Energie (SCIC B²E) *(cf. Annexe 5)*.

En ce qui concerne le Perche, la filière reste peu développée par rapport au reste des deux régions. En effet, on ne compte qu'une trentaine de chaufferies *(cf. Figure 4)*, tous usages confondus, sur le territoire ce qui représente environ 5 % des effectifs régionales.

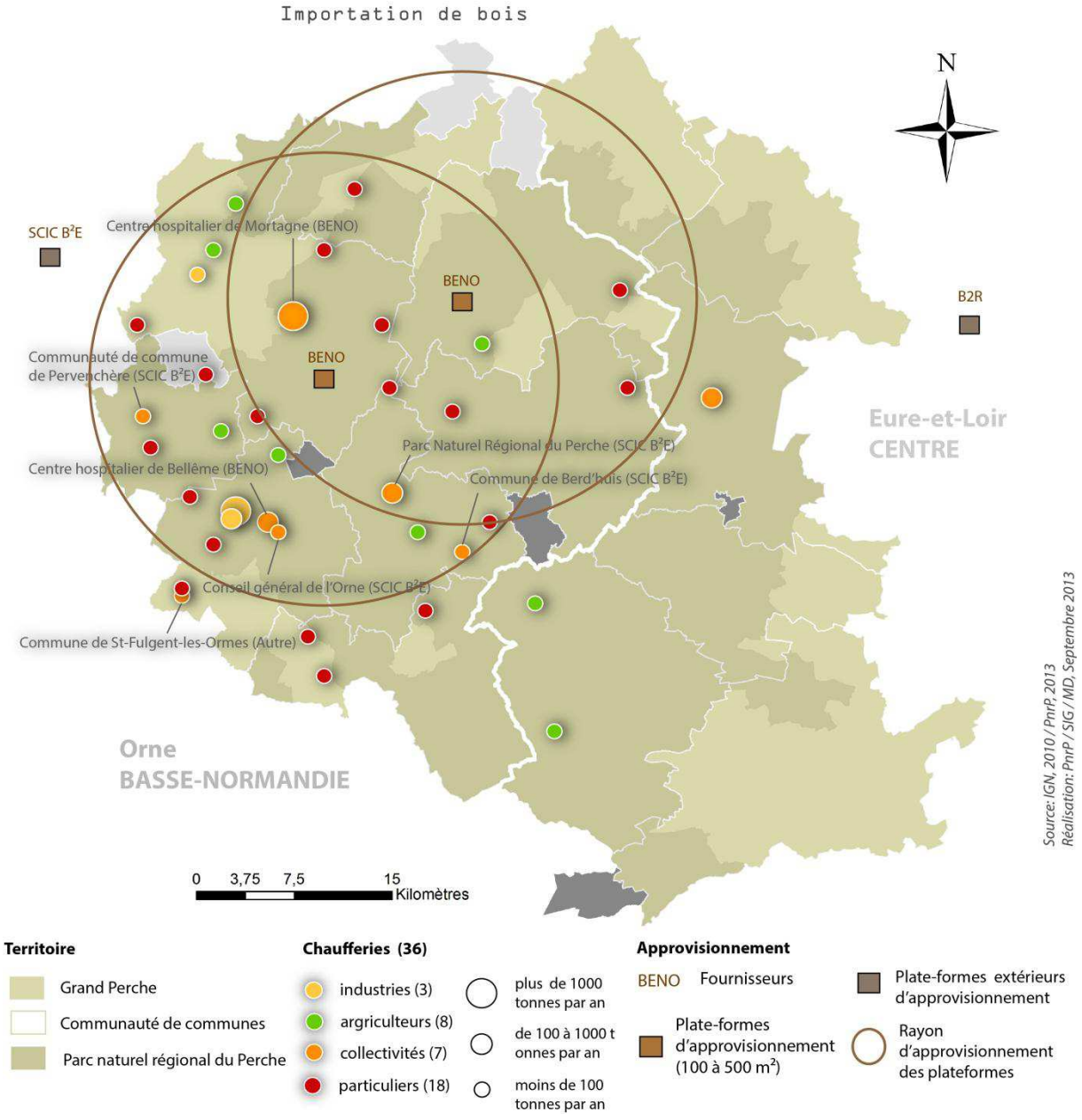


Figure 4 La filière bois-énergie dans le Perche

Les structures qui approvisionnent principalement les chaufferies du Perche ornais sont la SCIC B²E et BENO.

La mise en place de la société BENO, dont l'activité est définie comme étant « commerce de gros de bois et de matériaux de construction », relève d'une volonté de la part de Dalkia, d'assurer en interne l'approvisionnement d'un certain nombre de chaufferies dont il a l'exploitation. BENO assure 92 % de l'approvisionnement des chaufferies collectives du Grand Perche. C'est pour cela que 55% des produits fournit par BENO sont des plaquettes d'origine forestière et 2% seulement d'origine bocagère.

La SCIC Bois Bocage Energie (B²E) est une société qui existe sur le territoire depuis 2006. Elle achète le bois aux producteurs et approvisionne 8% des chaufferies collectives du Grand Perche dont celle de la maison du Parc naturel régional du Perche. Elle travaille en partenariat avec la CUMA 61 qui met à disposition le matériel agricole nécessaire à l'exploitation du bois de bocage. La quasi-totalité des produits fournis par la SCIC B²E sont d'origine bocagère.

Pour la partie eurélienne du Perche, Bois 2R (B2R) est le fournisseur principal. B2R est une holding spécialisée dans la production de combustibles bois. Elle assure la collecte des déchets d'origine diverses, la production/conditionnement/stockage de différents produits et leur commercialisation. Tout comme BENO, il approvisionne des chaufferies de forte puissance et sont orientés sur des produits d'origine forestière.

Conclusion : Actuellement, les plaquettes bocagères sont essentiellement destinées aux chaufferies de faibles puissances installées chez des particuliers ou des agriculteurs. Car, pour l'instant, les moyens logistiques et la ressource en bois de bocage mobilisée ne sont pas suffisants pour alimenter des chaufferies plus puissantes.

4. Bilan de la filière bois-énergie sur l'année 2012

Le programme Défi'NeRgie (Basse-Normandie) se terminant fin 2013, la région a réuni, le 6 mai 2013, les principaux acteurs de la filière pour faire un bilan du développement de la filière par rapport aux objectifs initiaux et débattre sur les freins et leviers d'actions pour le développement de la filière.

Nous présenterons cet état des lieux car il permet de comprendre dans quel contexte s'inscrit la filière du Grand Perche.

a) Etat de l'avancement du programme

Le tableau ci-dessous fait état de la situation de la consommation de bois-énergie en Basse-Normandie fin 2011 et fin 2012 et indique l'état d'avancement du programme sur la période 2007-2013 par rapport aux objectifs adoptés dans le Défi'NeRgie.

Tableau 1 Avancement du programme bois-énergie ente 2007 et 2013 (en tep / an)

	Etat fin 2006	Etat fin 2011	Etat fin 2012	Progression sur 2012	% avancement par rapport aux objectifs 2007-2013
Chaufferies collectives	5 480	15 900	21 100	+32%	120%
Chaufferies industrielles	1 600	13 100	14 600	+11%	87%
Chaufferies individuelles	610	1 570	1 570	+0%	42%

Source : Biomasse Normandie, 2013

On constate fin 2012 que l'objectif du Défi'Nergie est atteint et même signicativement dépassé en ce qui concerne la progression des consommations d'énergie bois dans les chaufferies collectives. Pour les chaufferies industrielles, les évolutions se font par pallier en fonction de la réalisation d'opérations de taille importante qui se réalisent progressivement et les objectifs devraient être attei t d'ici 2014.

Cependant, même si les objectifs sont atteints pour les chaufferies collectives et industrielles, on observe une progression globale moins importante en 2012 que les années précédentes en ce qui concerne la consommation de bois-énergie, notamment pour les chaufferies individuelles pour lesquelles la progression est nulle.

b) Les limites au développement de la filière bois-énergie

Suite à un bilan effectué lors de cette réunion, certains freins au développement de la filière bois-énergie ont été identifiés :

- ✓ Manque de rentabilité du bois-énergie pour les producteurs *(cf. Annexe 6)*

Malgré un coût d'achat relativement faible pour les consommateurs, **le coût de revient du bois de bocage est tout juste suffisant pour valoriser le bois et rémunérer les agriculteurs** et les petits fournisseurs tels que la SCIC Bois Bocage Energie. Car une fois que l'on déduit les coûts logistiques de l'exploitation du bocage, le revenu est très faible. Ce qui entraîne un abandon de la gestion du bocage pour le bois-énergie par les agriculteurs. Il n'y a pas encore de solutions logistiques pour réduire le coût des chantiers d'exploitation du bocage qui existent pour pallier à ce problème.

- ✓ Concurrence des fournisseur-exploitants extérieurs au territoire

Les gros fournisseur-exploitants tels que B2R ou BENO proposent des prix concurrentiels de vente du bois, environ 60 euros la tonne verte. Or pour viabiliser l'exploitation de son bocage, un agriculteur doit le vendre au minimum 70 euros la tonne.

Le débardage est l'étape qui influera le plus sur le coût de rentabilité de l'exploitation, ainsi que les conditions de déchiquetage du bois de bocage.

Actuellement, la plaquette forestière est plus rentable et donc plus présente sur le marché pour ces raisons. Car un broyage forestier s'effectue sur des quantités importantes de bois (500 tonnes minimum) et coûte environ cinq euros moins chère qu'un broyage bocager.

De même, le débardage se fait avec de plus grande quantité de bois ainsi le coût par tonne est moitié moins cher soit 10€ moins cher. Ce qui explique la différence de prix sur le marché.

Ainsi, les lois des gros marchés publics empêchent le développement local de la filière en entraînant une dérive énergétique : dans ce genre de cas, **on perd le lien entre le producteur et le consommateur donc on perd également la traçabilité et la qualité du bois**.

- ✓ Connaître la ressource bocagère mobilisable

Une question importante subsiste : la filière sera-t-elle capable de mobiliser le bois de bocage aux prix actuels ?

L'utilisation et l'exploitation du bois-énergie ne sont pas assez optimisées. En effet, du bois de bocage est encore mobilisable mais son accessibilité pourrait faire augmenter les coûts logistiques et donc le prix de vente. De plus, une réflexion est à mener en parallèle sur l'efficacité des bâtiments dotés d'une chaufferie bois : une meilleure isolation de ces bâtiments diminuerait leur consommation en bois.

Conclusion : Les objectifs du programme Défi'Nergie sont partiellement atteints et plusieurs pistes sont à creuser pour relancer la filière :

- *Promouvoir la gestion durable du bocage auprès des agriculteurs*
- *Trouver des solutions logistiques d'exploitation du bocage pour diminuer leur coût*
- *Instaurer une charte de qualité du bois de bocage sur la provenance locale du bois.*
- *Estimer les coûts d'exploitation du bocage en fonction de son accessibilité pour une future mobilisation*
- *Instaurer un plan énergétique pour l'isolation des bâtiments chauffés au bois.*

5. Conclusion

- ✓ La gestion du bocage doit répondre à un équilibre entre ses différentes fonctions.
- ✓ La plaquette de bois déchiqueté est une énergie des plus avantageuses de par son respect à l'environnement, son faible coût et la création d'emplois qu'elle génère.
- ✓ La plaquette est actuellement destinée aux chaufferies de faible puissance car il n'y a pas assez de ressources bocagères mobilisées pour répondre aux besoins d'une chaufferie de grande puissance.
- ✓ Les objectifs du programme Défi'Nergie sont partiellement atteints pour des raisons de rentabilité du bois-énergie, de concurrence entre les producteurs locaux et les gros fournisseurs, et de mobilisation non optimisée.
- ✓ Plusieurs pistes sont à creuser pour relancer la filière, parmi elles, celle d'estimer le bois restant à mobiliser et son coût d'exploitation en fonction de son accessibilité.

III. MISE EN PLACE D'UNE METHODE D'ESTIMATION DE LA BIOMASSE BOCAGERE DU GRAND PERCHE

Une étude[4] d'estimation du volume total de la biomasse bocagère a été menée sur l'ensemble de la Basse-Normandie par l'institut forestier national (IFN). Nous partirons de cette étude pour notre estimation, en réalisant un inventaire du bocage, et nous l'adapterons au territoire du Grand Perche.

1. Intérêt de la mise en place d'une étude de la biomasse bocagère

La filière bois-énergie est confrontée à de nombreux obstacles qui limitent son développement. Parmi ces freins, nous pouvons souligner les problèmes de la dispersion des ressources bocagères et des conditions d'exploitation compliquées rendant la mobilisation du bois coûteuses.

L'intérêt de cette étude est d'obtenir une estimation précise de la ressource et de pouvoir avancer des arguments par la suite sur l'assurance d'approvisionnement du territoire.

Pour estimer cette biomasse bocagère, nous l'avons scindée en trois types qui sont liés et qui dépendent de facteurs de plus en plus limitant concernant la disponibilité du bois *(cf. Tableau 2)*.

Tableau 2 Les différents types de biomasses bocagères, leurs définitions et les facteurs limitant leur disponibilité

Types	**Biomasse bocagère théorique**	**Biomasse bocagère exploitable**	**Biomasse bocagère mobilisable**
Facteurs	*Énergétique* →	*Économique* →	*Humain*
Définitions	Volume de bois sur pied **utilisable** pour le bois de chauffage chaque année.	Volume de bois sur pied utilisable et situé sur un terrain qui permet une exploitation **réalisable** en termes de coût logistique.	Volume de bois sur pied exploitable qui pourrait potentiellement être **géré** pour le bois-énergie par un agriculteur.

Source: Parc naturel régional du Perche / MD, 2013.

L'objectif principal de l'étude serait de pouvoir cibler les zones du Perche où le bois de bocage est exploitable pour définir, avec les acteurs locaux de la filière bois-énergie (SCIC, CUMA, collectivités et agriculteurs...), des solutions concrètes de développement en lien avec le territoire du Grand Perche.

Pour cela, nous réaliserons un inventaire du bois de bocage sur l'ensemble du Grand Perche en vue d'estimer son volume et d'en déduire une équivalence énergétique. Nous obtiendrons ainsi une carte sur laquelle figureront des zones de productivité bocagère.

Ensuite, nous définirons des zones d'exploitabilité plus ou moins favorables qui dépendent de trois condition:

- ✓ les terrains favorables à l'exploitation du bocage et qui seront définis en fonction des coûts logistiques liés à la topographie, la présence de zones humides et de l'accessibilité des parcelles.
- ✓ la localisation des structures de la filière (plateformes d'approvisionnement et de stockage, chaufferies installées...) et de leur rayon d'action.
- ✓ la présence de bocage moyennement à fortement productif.

[4] Etude « Haies, biomasse, Basse-Normandie » (HBBN), IFN, 2010.

Suite à la confrontation de ces différentes conditions, nous obtiendrons une seconde carte sur la laquelle figureront des zones d'exploitabilité du bocage.

Enfin, une fois que ces zones d'exploitabilité seront définies, l'idéal serait de contacter les agriculteurs, non producteurs actuellement, des zones d'exploitabilité favorables pour mesurer leur motivation à s'inscrire dans la filière de production de bois-énergie. Et ainsi, d'engager une démarche plus concrète, auprès d'eux et de leur collectivité, de promotion sur la gestion de haies pour le bois-énergie.

Conclusion : L'intérêt de cette étude serait donc de définir les zones bocagères mobilisables ou non, ainsi que le coût d'exploitation et le volume énergétique que cela représenterait, pour cibler des actions à mener en concertation avec les différents acteurs de la filière.

2. Références utilisées pour la mise en place de la méthode

L'étude de des biomasses exploitable et mobilisable n'a encore jamais été réalisée sur un territoire aussi important, jusqu'à présent les acteurs réalisaient un diagnostic à l'échelle de l'exploitation agricole. Cependant, pour concevoir le protocole d'étude, différents éléments ont pu être utilisés comme références de bases pour l'analyse des résultats.

a) L'étude « Haie, biomasse, Basse-Normandie » (HBBN)

Il s'agit d'une étude réalisée par l'inventaire forestier national (IFN) en 2010 et qui avait pour objectif d'estimer la biomasse bocagère théorique sur l'ensemble de la région Basse-Normandie. Le principe de l'étude était d'inventorier les différentes typologies de haie sur le territoire et de mesurer directement le volume de bois ces typologies.

Les éléments de cette étude qui seront repris pour compléter la méthode sont:

- ✓ la typologie régionale des haies basse-normandes réalisée en 2009 qui sera ajoutée à celle proposées par la SCIC B²E et la chambre d'agriculture de l'Orne. Nous définirons ainsi une typologie la plus représentative possible du territoire du Perche *(cf. Annexe 7)*.
- ✓ le tableau présentant les résultats d'estimation des accroissements moyens annuels des haies par typologie *(cf. Annexe 8).*

b) La base de données Bocage (BDB) des Parcs de Basse-Normandie

Les différents fonds de carte et couches SIG mis à disposition par le Parc naturel régional du Perche ont pu servir d'appui pour préparer l'étude (MNT[5] du Grand Perche, occupation du sol, etc...). Notamment, la Base de Données Bocage (BDB) qui est une couche vectorielle où ont été cartographiées, à partir des photos aériennes de 2010, toutes les haies du Grand Perche.

La BDB est un travail qui a été commandité par l'ensemble des parcs naturels régionaux bas-normands dans le but d'obtenir un référentiel sur l'évolution du bocage. Pour la suite de l'étude, nous reprendrons le linéaire de bocage tracé sur cette base de données et donc la caractérisation des tronçons de haies comme référence.

[5]Modèle Numérique de Terrain (topographie IGN).

Nous définirons donc un tronçon de haie comme étant une formation linéaire arborée comportant des arbres ou des arbustes, ne comportant pas de coupure supérieure à dix mètres, taillée ou non entretenue et d'une longueur minimum de dix mètres [3].

Cette couche permet également de connaître, entre autres, la typologie de chaque haie (*Cf. annexe 9*). Mais il s'agit d'une typologie qui n'est pas assez précise pour l'étude de la biomasse bocagère, elle ne sera donc pas reprise pour l'identification des haies lors de la phase terrain.

c) Référentiel sur la productivité des haies en fonction de leur typologie et des espèces

Lors de l'étude HBBN, seule la typologie a été pris en compte pour estimer le volume de bois de bocage des haies. Cependant, les essences qui composent les haies sont également un facteur important de la variation du volume produit. En effet, chaque essence a une morphologie et une vitesse de croissance différente et donc une productivité annuelle de bois différente.

Il s'est avéré difficile d'obtenir un référentiel de ce type sur le Perche, car les données chantiers n'ont pas encore été répertoriées dans cette optique.

Cependant, la chambre d'agriculture de Bretagne en a réalisé un avec leurs données indicatives issues de leur suivi chantier et de leurs études de haies *(cf. Annexe 10)*. On peut sous-entendre que les conditions climatiques et les essences bocagères sont quasiment équivalentes entre la Basse-Normandie et la Bretagne. On pourrait donc employer leurs résultats pour une plus grande précision d'estimation du volume de bois et également apprécier, les variations de volumes en fonction des essences.

d) Validation de la méthode par des professionnels de la filière

Pour construire la méthode, différents acteurs ont été contacté pour discuter de la pertinence de certains aspects de la méthode ou pour les améliorer. Mais également, pour valider certains choix dans la construction du protocole. Cette étape était primordiale et nous a permis de présenter notre travail et d'avoir une réflexion commune avec un même objectif de développement territorial.

Ci-dessus, figure la liste des personnes contactées et qui ont contribué à l'amélioration de la méthode *(cf. Tableau 3).*

Tableau 3 Acteurs qui ont contribué à l'amélioration de la méthode d'inventaire du bocage du Grand Perche

Structure	Référent	Fonction	Compétence(s) apportée(s)	Élément(s) validé(s)
CRPF Normandie	Éric HINCELIN	Ingénieur forestier	Explications plus précise de la méthode de l'étude HBBN et réflexion sur l'intérêt de connaître la part de bois mobilisable.	Reprise des volumes estimés par l'étude HBBN *(car il n'y avait pas assez de temps pour reprendre la méthodologie de l'étude HBBN et de l'appliquer au Grand Perche)*
FD CUMA 61[6]	François-Xavier BABIN	Animateur machinisme-environnement	Explication sur l'importance des conditions terrains pour l'exploitation et sur les coûts logistiques.	Définition de conditions terrains plus ou moins favorables à l'exploitation.
CA 61[7]	Clémence ADAM	Conseillère Boisement - Agroforesterie	Discussion sur la structuration de la filière bois-énergie et sur la méthode d'inventaire de la CA 28 [8].	Validation de l'imprécision de la méthode de la CA 28. Validation de l'utilisation de la densité de bocage pour l'échantillonnage.
SCIC B²E	Laurent NEVOUX	Responsable technique	Discussion pour améliorer la méthode proposée. Réflexion sur des pistes d'action de développement de la filière.	Validation de la méthode globale. Amélioration des critères concernant l'exploitabilité des haies.
Agrocampus Ouest	Besnik PUMO	Professeur de statistiques	Discussion sur la méthode d'échantillonnage des zones d'inventaire et la validité des résultats obtenus.	Validation du protocole d'estimation.

Source : Parc naturel régional du Perche / MD, 2013

D'autres personnes ont également été contactées pour discuter des problèmes de fond concernant le fonctionnement de la filière *(cf. Annexe 11)*.

Conclusion : Il s'agit donc d'un protocole dont la base de réflexion a été menée en concertation avec différents acteurs en fonction de leurs compétences spécifiques, notamment avec la SCIC Bois Bocage Energie qui possède une connaissance des conditions d'exploitation nécessaire à la définition des variables de l'étude.

3. Inventaire du bocage percheron

Après concertation avec les différents référents et après une réflexion menée sur les éléments de méthode utilisés dans les études précédemment citées, l'inventaire bocager nous a semblé être la manière la plus efficace à mettre en place pour réaliser cette estimation de la biomasse bocagère.

a) Objectifs et principe

Effectuer un inventaire de chaque haie du Grand Perche était irréalisable en six mois. Ainsi, il fallait user d'une méthode d'échantillonnage du territoire afin de sélectionner soigneusement des zones pour inventorier le bocage de manière précise et la plus représentative possible. Ensuite, les résultats ont été extrapolés à l'ensemble du bocage percheron *(cf. figure 5)*.

[6]Fédération des *coopératives d'utilisation de matériel agricole* de l'Orne.
[7]Chambre d'agriculture de l'Orne
[8]Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir.

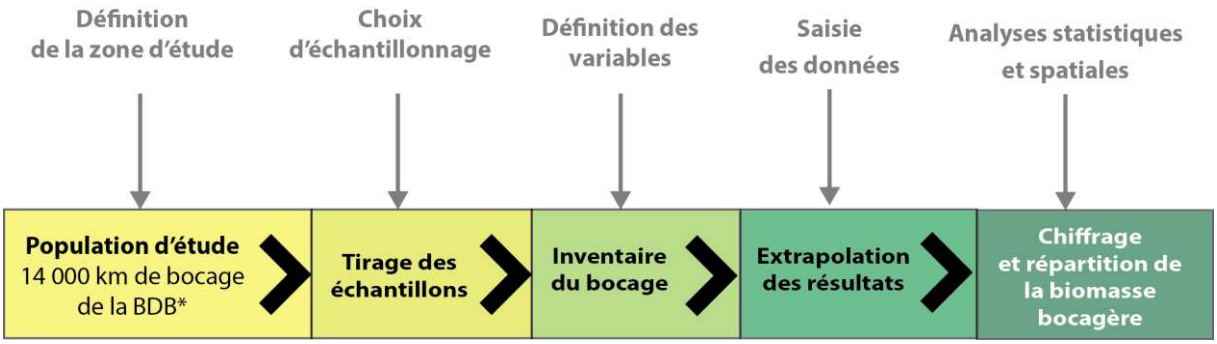


Figure 5 Schéma du principe de la méthode d'estimation de la biomasse bocagère

Le choix de l'échantillonnage donc une étape primordiale pour être en mesure d'interpréter les résultats de l'étude.

b) Choix de la zone d'étude

Rappelons que cette étude aidera à la conception du volet « bois-énergie » de la Charte Forestière de Territoire (CFT) du Parc Naturel Régional du Perche concernant le bocage. Or le périmètre du territoire d'application de la CFT concerne le Grand Perche ainsi que le canton de Châteuneuf-en-Thymerais, soit 193 communes.

Etant donné que la période d'étude de six mois est assez courte pour un territoire aussi important, il a fallu restreindre la zone d'étude au Grand Perche *(cf. figure 6)*, qui correspond déjà à 126 communes. Cela nous permet de conserver un domaine d'étude assez large.

D'autant plus que le Parc naturel régional du Perche possède assez de données sur à l'échelle du Grand Perche pour pouvoir effectuer l'analyse : occupation des sols, réseau hydrographie, topographie, réseau bocager, etc…
Même si la zone d'étude ne prend pas en compte, le canton de Châteauneuf-en-Thymerais, les résultats pourront être extrapolés à cette partie du territoire.

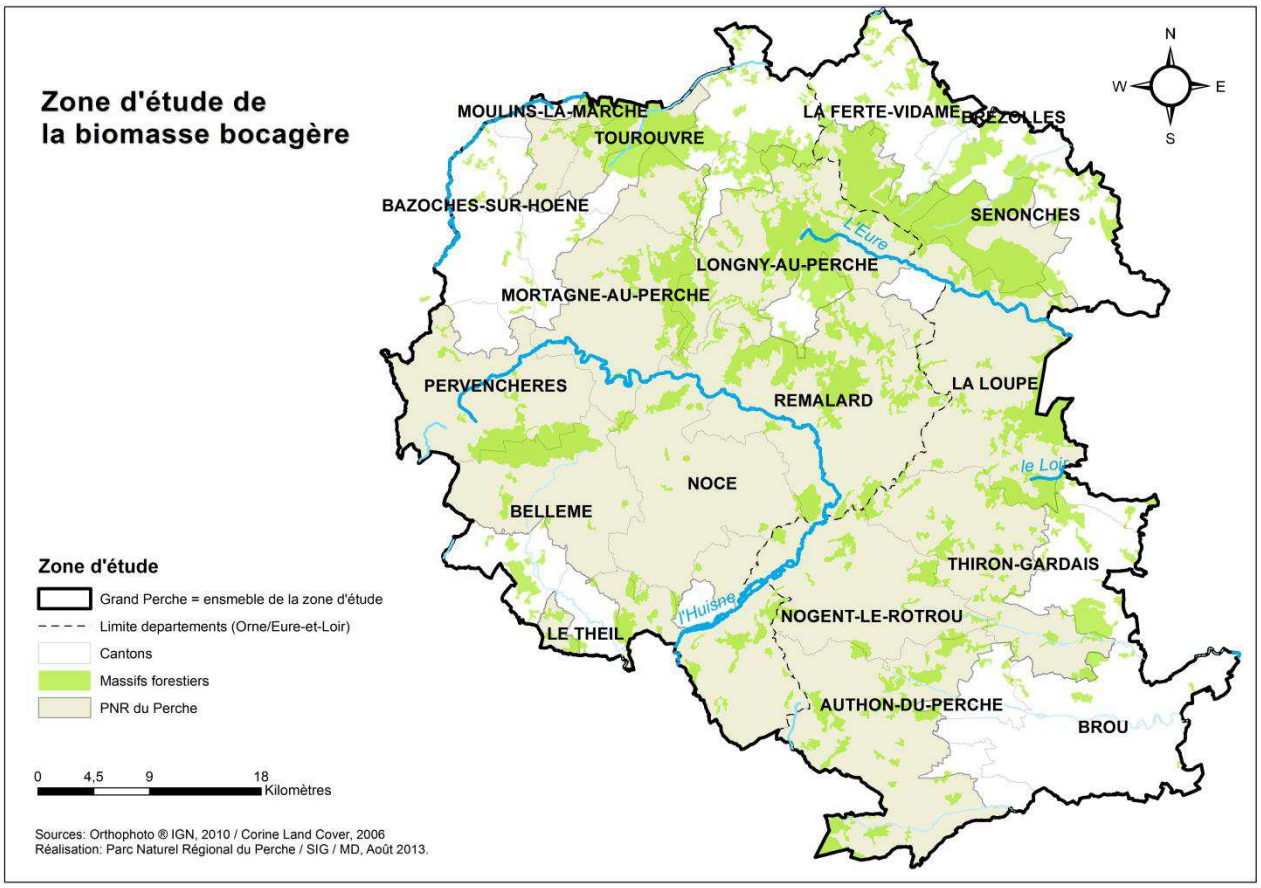


Figure 6 Zone d'étude de la biomasse bocagère du Perche

c) Choix d'échantillonnage

Pour estimer le volume de bois bocager présent sur le territoire nous nous appuierons sur l'équivalence, issue de l'étude « Haie, biomasse, Basse-Normandie » de l'IFN, entre la typologie des haies et le volume de bois produits.

Pour simplifier l'extrapolation, il faut prédéfinir des zones homogènes de bocage pour réduire le biais de l'estimation. Pour cela, nous avons découpé ce dernier selon un carroyage de cinq kilomètres carrés. Les unités ainsi obtenues, nous servirons à calculer les données de répartition du linéaire bocager.

On distingue trois grandes zones de densité homogène *(cf. Figure 7)*. Ainsi, nous découperons notre territoire en trois zones de densité pour répartir nos points et réduire le biais de l'estimation.

Nous choisissons de réaliser un tirage aléatoire pondéré des zones d'inventaire (échantillons). Ce type de tirage permet de prendre en compte le poids des unités de sondage, ici la densité de bocage, dans le processus de sélection. Ainsi, nous effectuerons le tirage d'un nombre calculé d'échantillons *(cf. Annexe 12)* de manière pondérée seulement en fonction de ces zones homogène de densité.

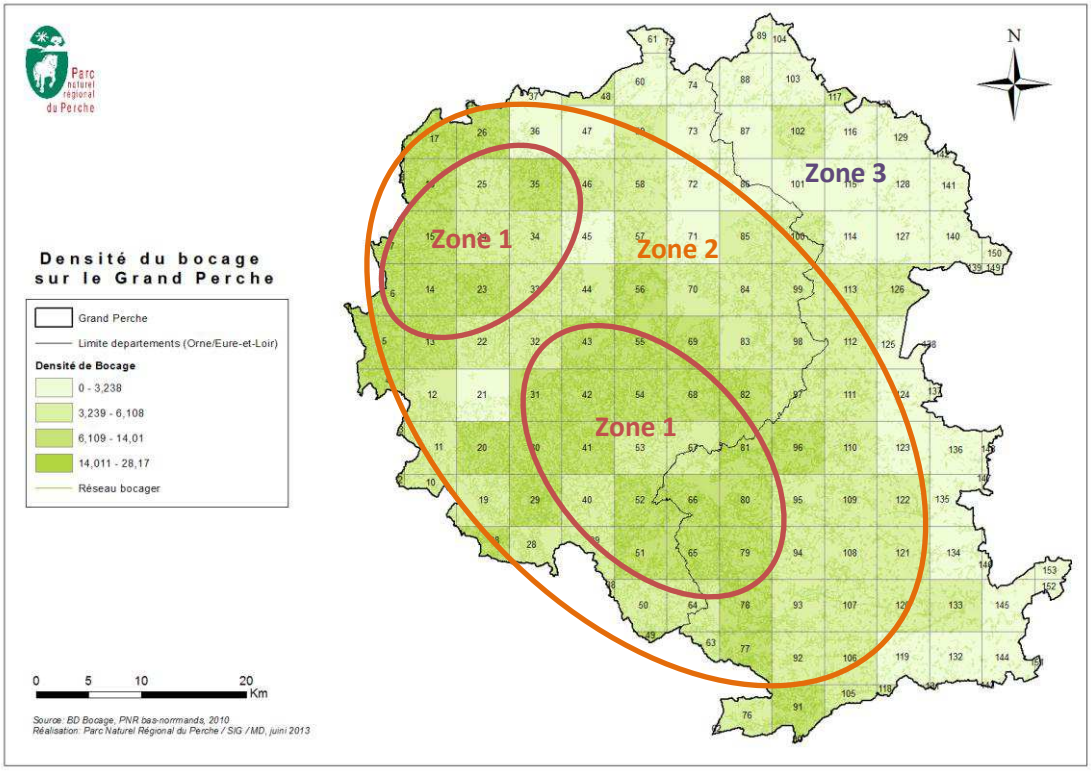


Figure 7 Répartition de la densité de bocage sur le Grand Perche

Nous répartirons donc les 130 points d'inventaire sur chaque zone de densité homogène de manière proportionnelle à la surface de cette zone *(cf. Tableau 4)*.

Tableau 4 Tirage du nombre d'échantillon par zone de densité

	D1	D2	D3	Total
Nombre de mailles	52	54	46	152
Surface (km²)	801.1	1124.2	919.6	2844.9
%S (S_D / S_{totale})	28.2%	39.5%	32.3%	100%
N'	37	51	42	130

Ainsi pour calculer le nombre de points à répartir par zone de densité (N'), nous avons appliqué le pourcentage de surface de chaque zone (%S) au nombre total de points à répartir (130).

Après la création de points aléatoires sur le logiciel de système d'information géographique ArcGIS, on obtient la répartition suivante des échantillons :

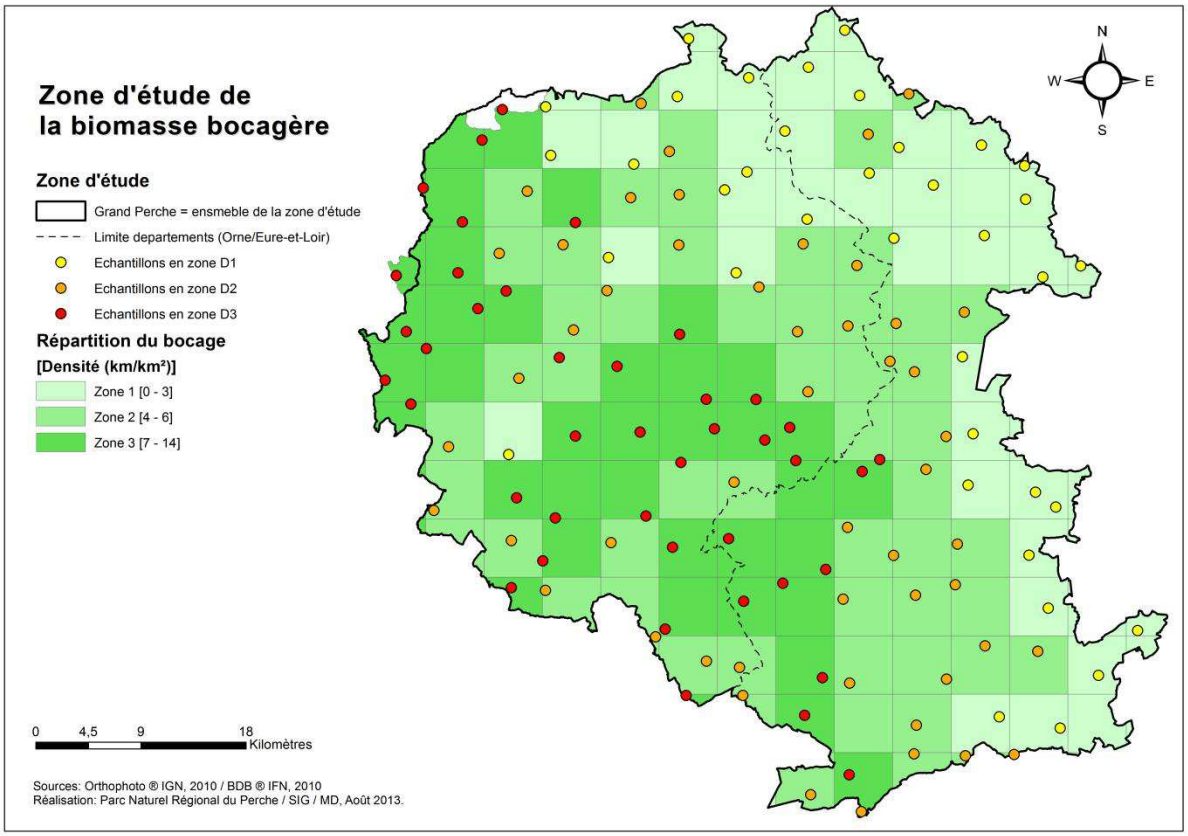


Figure 8 Répartition des zones échantillons de l'inventaire bocager (plus détaillé en annexe 13)

d) Définition des variables d'études

Dans notre cas, on souhaite estimer différentes variables qualitatives pour la population totale. Ci-dessous un tableau explicatif des différentes variables qui seront mesurées sur le terrain *(cf. Tableau 5)*.

Pour estimer la productivité, il faut connaître le volume sur pied pour l'ensemble du bocage percheron qui correspond à un capital de base. Ensuite, pour ne pas entamer le capital de base, il est conseillé de prélever uniquement l'accroissement annuel en bois[9].

L'accroissement annuel a été estimé dans l'étude HBBN en fonction des typologies de haies *(cf. annexe 7)*. Pour améliorer la précision de ces estimations, nous modulerons l'estimation en différenciant la productivité des essences, ainsi que l'état général de la haie (âge, continuité et régénération.

Pour estimer l'exploitabilité, il faut mesurer les caractéristiques du terrain sur lequel se situe la haie et qui ont une influence sur l'accessibilité de celle-ci et donc sur le coût logistique d'exploitation.

En effet, pour caractériser l'accessibilité, il fallait connaître la présence d'un accès, la topographie et la distance entre la haie et une route. La distance est la variable qui aura le plus d'influence sur le coût d'exploitation.

[9]En théorie. Car en réalité, pour une meilleure productivité, il faut récolter le bois tous les 10-15 ans.

Tableau 5 Description des variables mesurées lors de l'inventaire

Objectifs	Variables	Description
Productivité de la haie (volume de bois utilisable pour le bois de chauffage)	**Typologie de la haie**	Identification de la typologie de la haie en fonction d'une grille de référence construite à partir des données de la SCIC B²E et de l'étude HBBN.
	Productivité des essences dominantes	Pour les essences dominantes en fonction d'une grille construite à partir des données de la chambre d'agriculture de Bretagne.
	Age de la haie	Identification de l'âge global de la haie selon 3 catégories: jeune, intermédiaire et vieillissante.
Exploitabilité de la haie (volume de bois dont l'exploitation est réalisable)	**Présence d'un accès**	Accès à la parcelle quel que soit le type d'accès, la distance ou la nature du terrain.
	Pente	Classification de la pente selon 3 catégories: 0-15%, 15-25% et plus de 25%.
	Distance haie-route	Classification selon 4 catégories: moins de 100 mètres, 100-200 mètres, 200-400 mètres et plus de 400 mètres.

e) Des variables au relevé terrain

Pour limiter au maximum les erreurs d'appréciation, il fallait définir des indicateurs précis pour juger les caractéristiques de chaque haie sur le terrain. D'autant plus, si plusieurs personnes effectuent les relevés.

Ainsi pour chacun des états des variables précédemment citées, une description précise a été rédigée *(cf. Annexe 14).* Ensuite, chaque haie des échantillons ont été localisées sur une fiche de repérage du terrain *(cf. Annexe 16). Enfin* chacune d'elle a également été décrite sur une fiche terrain *(cf. Annexe 15)* qui regroupait les différents critères à évaluer. Pour plus d'efficacité, il fallait bien réfléchir à sa conception.

Conclusion : La réalisation d'un inventaire du bocage est donc la méthode retenue pour estimer la biomasse bocagère du Grand Perche. Les 130 échantillons sont répartis en fonction de zones de densité homogène et les résultats obtenus pour chacun d'eux seront extrapolés et analysés.

4. Conclusion

- ✓ Concertation réalisée avec différents acteurs du territoire pour établir le protocole d'étude.
- ✓ Choix d'une méthode d'inventaire du bocage par échantillonnage pondéré selon des zones de densité homogène.
- ✓ Objectif d'extrapolation des résultats au Grand Perche et de cibler des actions à mener pour améliorer le développement de la filière.

IV. METHODE D'ANALYSE ET RESULTATS DE L'ESTIMATION DE LA BIOMASSE BOCAGERE SUR LE GRAND PERCHE

L'analyse des résultats s'est déroulée en trois temps : tout d'abord, les données recueillies sur le terrain ont été saisies informatiquement dans un tableur, ensuite elles ont été analysées statistiquement puis spatialement.

1. Principe

Rappelons que l'objectif de l'analyse est d'obtenir un chiffrage de la quantité d'énergie correspondant au volume de bois de bocage présent sur le Perche *(cf. figure 9)*.

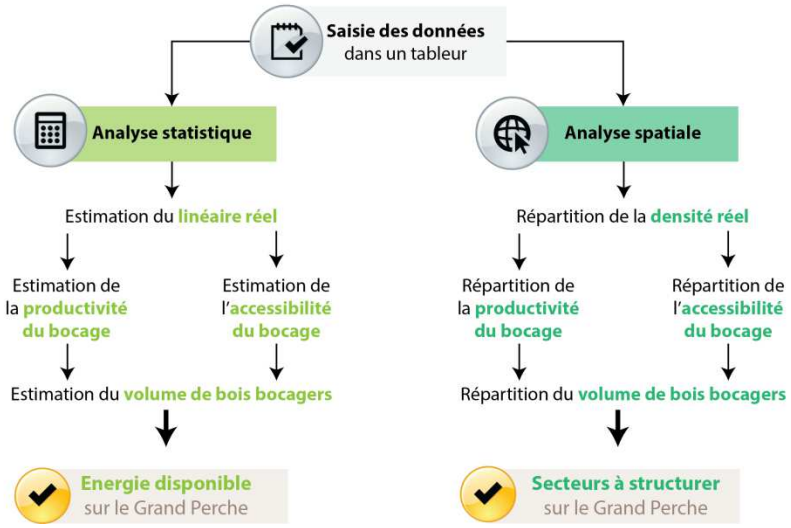


Figure 9 Schéma de principe de la méthode d'analyse (source: MD, 2013)

Ainsi, après la saisie des données dans un tableur *(cf. Annexe 17)*, une analyse statistique permettra de chiffrer ce volume. Ensuite, l'analyse spatiale quant à elle permettra d'avoir une idée de la répartition du volume et donc des secteurs à structurer.

2. L'analyse statistique : chiffrer l'énergie disponible

L'analyse statistique s'est déroulée en quatre phases d'estimation : d'abord celle du linéaire réel de bocage sur le Grand Perche, ensuite celle du linéaire bocager exploitable, puis celle de la productivité du linéaire bocager inventorié et enfin celle de la biomasse exploitable sur le Grand Perche.

a) Estimation du linéaire bocager réelle

Secteurs des échantillons	Linéaire inventorié (km)	Linéaire cartographié (km)	Taux d'erreur BDB	Linéaire total réel (km)
Z1	25.3	31.6	20%	2739.7
Z2	38.1	50.2	24%	4193.3
Z3	51.3	60	14.5%	5554.7
GP	114.7	141.8	19%	12487.7

Z1: zone de densité bocagère faible
Z2: zone de densité bocagère moyenne
Z3: zone de densité bocagère forte
GP: Grand Perche

Figure 10 Estimation du linéaire bocager réel

Elle s'est effectuée de la manière suivante : tout d'abord, on calcule le linéaire de bocage inventorié et on le compare au linéaire cartographié de la base de données bocage sur les échantillons. Cela nous permettra de définir un taux d'erreur de cette base de données bocage qui représentera un pourcentage de haies non cartographiées présentes sur le terrain ou cartographiées mais absentes sur le terrain.

Ce taux d'erreur est ensuite appliqué au linéaire total sur la base de données bocage pour obtenir le linéaire réelle de bocage sur le Grand Perche *(cf. figure 10).* Il en résulte que **12 500 kilomètres de bocage sont présent sur le Perche**.

b) Estimation de l'exploitabilité du bocage

L'estimation du linéaire non exploitable débute avec une analyse graphique des résultats de deux variables : la distance haie-route et la présence d'un accès. Cela nous a permis de déterminer trois catégories d'exploitabilité : les haies exploitables immédiatement (haies accessibles situées à moins de 200 mètres d'une route), les haies dont l'exploitation est possible mais à long terme (sans accès et situées à moins de 400 mètres d'une route) et les haies inexploitables (sans accès et situées à plus de 400 mètres d'une route). On obtient les résultats suivants : 30 % des haies sont exploitables immédiatement, 55 % sont exploitables à long terme et 15 % sont inexploitables. Ainsi **85 % des haies sont potentiellement exploitables**, ce qui représente 10 600 kilomètres de bocage *(cf. figure 11)*.

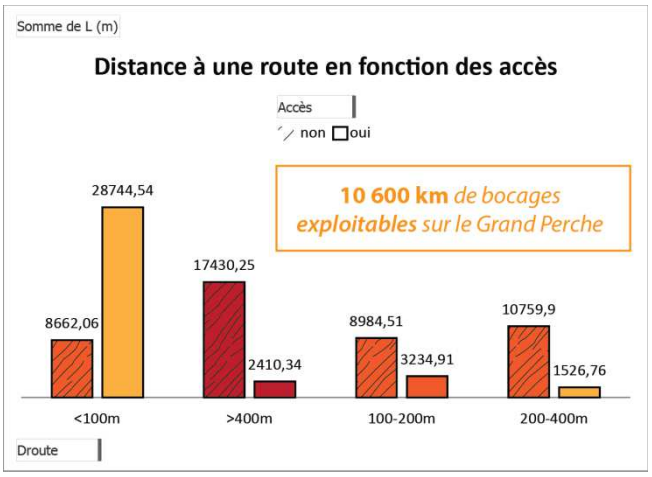


Figure 11 Accessibilité du bocage sur le Grand Perche

c) Estimation de la productivité du bocage

Pour estimer la productivité de l'ensemble des haies du Grand Perche, on détermine le pourcentage de linéaire inventorié par typologie. Ensuite, on applique ces taux aux volumes de bois correspondants, issus de l'étude HBBN *(cf. annexe 9)*, pour obtenir un volume de bois moyen par kilomètre de bois inventorié [4].

On obtient un **volume de bois moyen de 10m^3 par kilomètre de bocage inventorié**.

Pour avoir l'assurance d'une meilleure précision du chiffrage de la biomasse bocagère, on appliquera ce volume aux haies qui sont les plus productives. Pour déterminer ces dernières, on analyse les variables d'état de la haie que sont l'âge, la continuité et la régénération *(cf. figure 12)*.

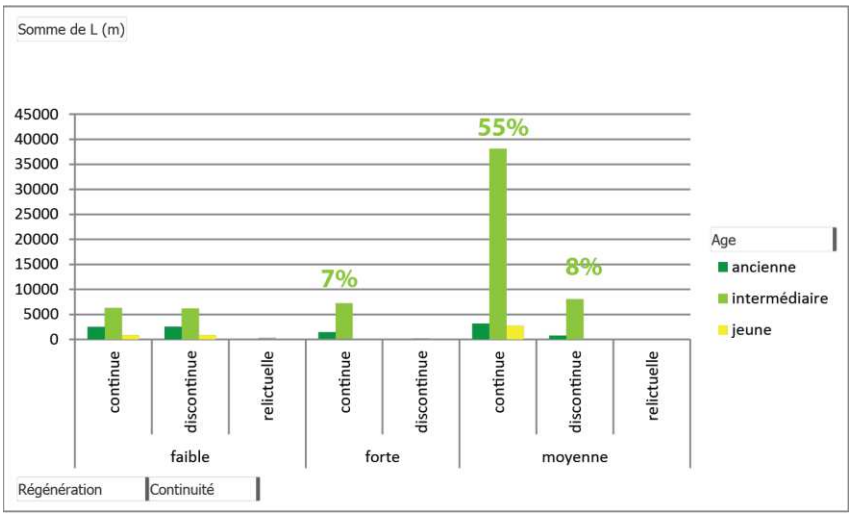


Figure 12 Etat des haies inventoriées

On considère qu'une haie est bien productive lorsque sa régénération sera forte quel que soit son âge, et lorsque sa régénération est moyenne mais qu'elle se situe à un âge intermédiaire quel que soit sa continuité. Ainsi, on peut dire que 70% des haies inventoriées répondent à ces critères.

Donc sur les 10 600 kilomètres de bocages exploitables, nous avons **7 400 kilomètres de bocages fortement productifs**.

Et si on considère que 1 kilomètre de bocage correspond à 10m^3 de bois alors **74 000 m^3 de bois peuvent être utilisées pour le bois énergie sur le Grand Perche** *(cf. Annexe 18).*

Après divers calculs sur la productivité des essences, nous n'avons pas trouvé de différences notables de volume de bois entre nos résultats et ceux de l'étude HBBN. Ceci est dû au fait que le volume estimé par l'IFN, se basait déjà sur des mesures effectuées sur des essences de Basse-Normandie identiques à celle du Perche.

Conclusion : 12 500 km de bocage sur le Grand perche dont 60 % sont exploitables et de bonne productivité. Au final, 74 000 m^3 de bois est utilisable pour l'énergie.

3. Analyse spatiale

Elle consiste en l'application des données sur la cartographie de la base de données bocage. Pour commencer, nous importons le tableur des résultats dans un logiciel de système d'information géographique. Ensuite, les données du tableur sont reliées à celles des échantillons déjà géoréférencés dans le logiciel. On applique l'outil d'extrapolation sur les différents groupes de résultats *(cf. Annexe 17)*.

a) Répartition du linéaire réel de bocage

Tout d'abord, nous extrapolons les résultats concernant le taux d'erreurs de la base de données bocage, obtenus pour chaque échantillon. Nous obtenons un raster ou chaque cellule correspond à un taux d'erreurs *(cf. Figure 13).*

Au préalable, nous avions cartographié la densité de bocage grâce au linéaire de la BDB. Il s'agit également d'un raster où chaque cellule correspond à une densité de bocage. Il nous a donc suffit de multiplier les deux rasters pour obtenir un raster avec les valeurs corrigées de densité *(cf. Figure 14)*.

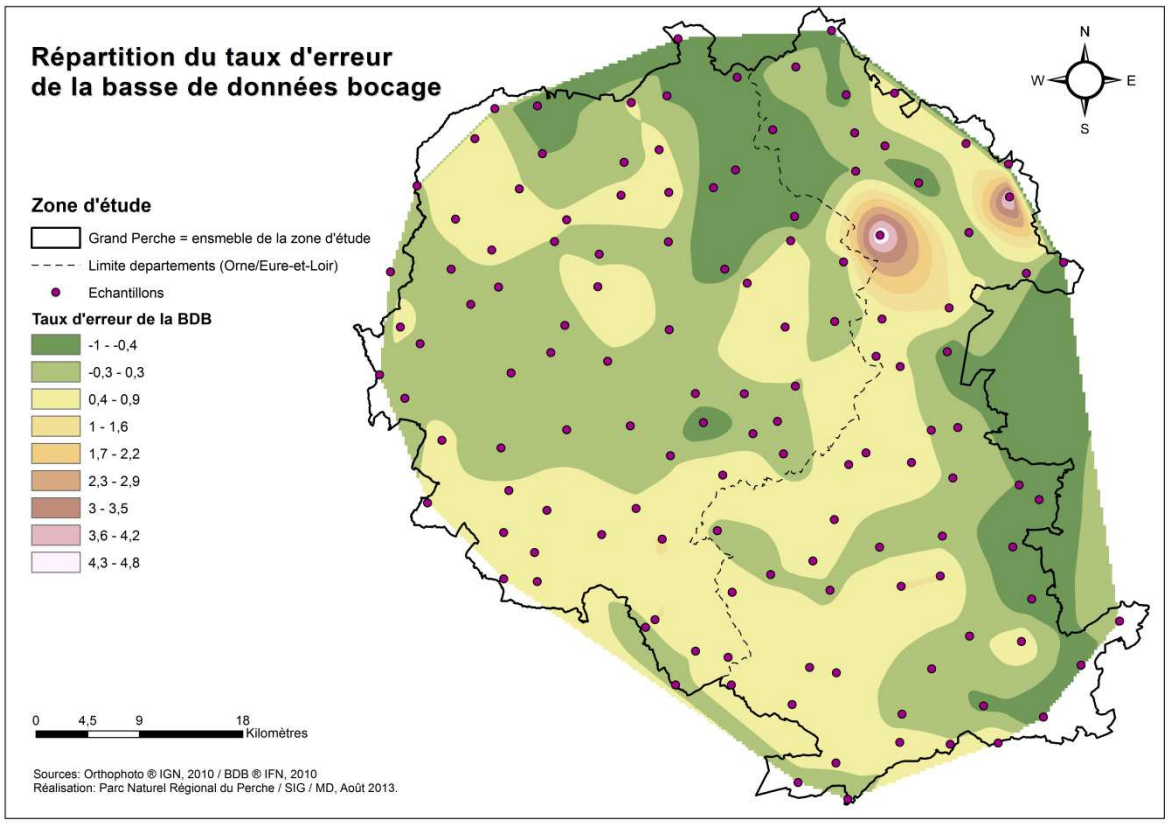


Figure 6 Répartition du taux d'erreur de la base de données bocage

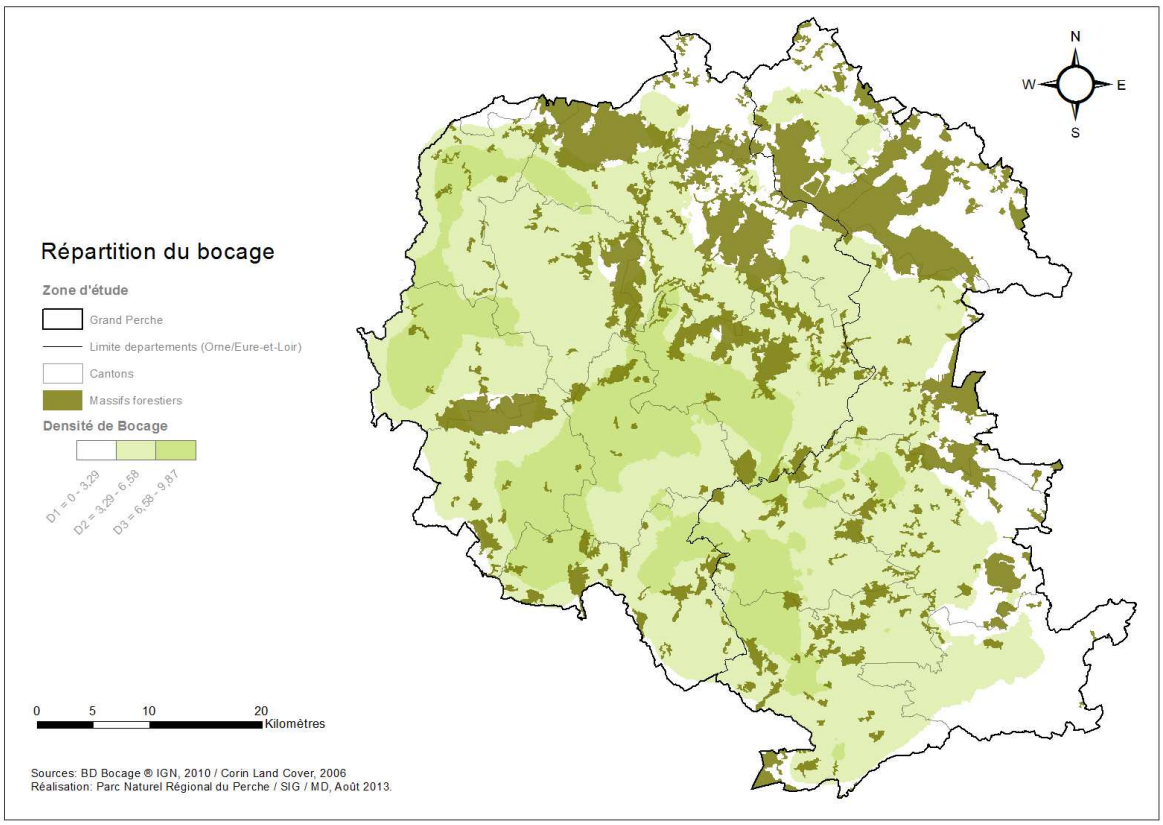


Figure 7 Répartition du linéaire réel de bocage sur le Grand Perche

b) Répartition du bocage exploitable et de sa productivité

En ce qui concerne l'exploitabilité du bocage, une extrapolation du taux de bocage accessible pourrait également être réalisée. Cependant, on aurait une perte de précision sur la répartition finale du volume de bois. Pour obtenir le même niveau de précision, il aurait fallu cartographier toutes les parcelles bocagères et caractériser leur condition terrain en fonction des variables d'exploitabilité.

Par contre, la productivité des haies peut être extrapolée au linéaire de la BDB. Pour cela, nous créons différents raster correspondant aux taux de présence d'une typologie. Nous obtenons une carte de répartition des typologies *(cf. Figure 8)*. Chaque raster de taux de typologie est ensuite multiplié par le volume de bois correspondant à la typologie qu'il représente *(cf. Annexe 8).*

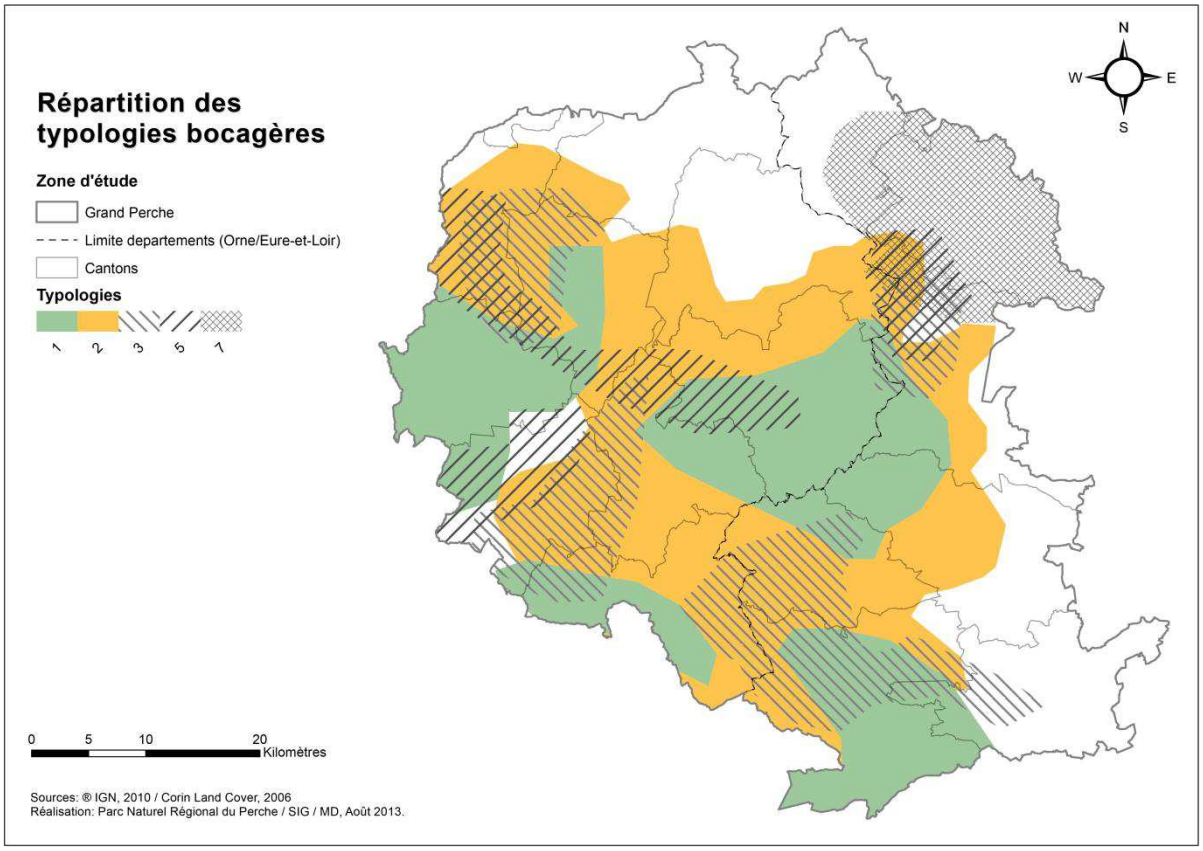


Figure 8 Répartition des typologies bocagères du Grand Perche

Ainsi, on obtient un raster de la répartition du taux de volume de bois de bocage que l'on multiplie au raster de densité linéaire du bocage corrigé précédemment. Ce qui finalement, nous amène à la création du raster de répartition du volume de bois disponible sur le Grand Perche *(cf. Figure 13)*.

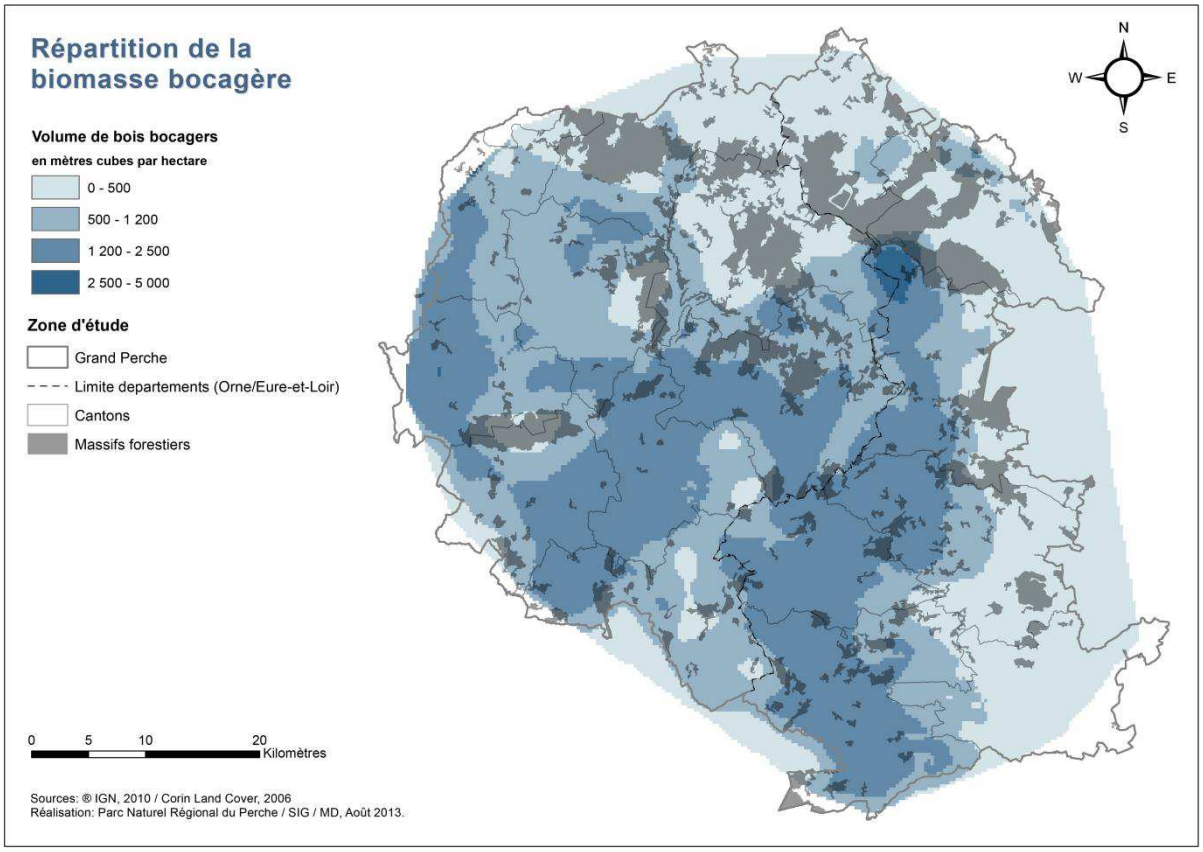


Figure 9 Répartition du volume bocager du Grand Perche

Conclusion : Après correction de la base de données bocage et application du volume moyen de bois en fonction de la répartition des typologies de haie, nous obtenons la cartographie de répartition du volume de bois disponible sur le Grand Perche et non celui exploitable pour limiter les imprécisions d'extrapolation.

4. Conclusion

- ✓ Analyse en deux temps : statistique puis spatiale.
- ✓ L'analyse statistique a révélé que 12 500 km de bocage présent sur le Grande Perche, dont 60 % étaient exploitables et bien productifs soit 7 400 km.
- ✓ L'analyse spatiale a permis d'obtenir une carte de répartition du volume de bois disponibles sur le Grand Perche.

V. PERSPECTIVES DE STRUCTURATION DE LA FILIERE BOIS-ENERGIE DU GRAND PERCHE

A partir des résultats obtenus, nous sommes maintenant en mesure de présenter une analyse critique de la répartition de la ressource bocagère et d'en déduire des perspectives de structuration de la filière.

1. Etat des lieux du bocage percheron

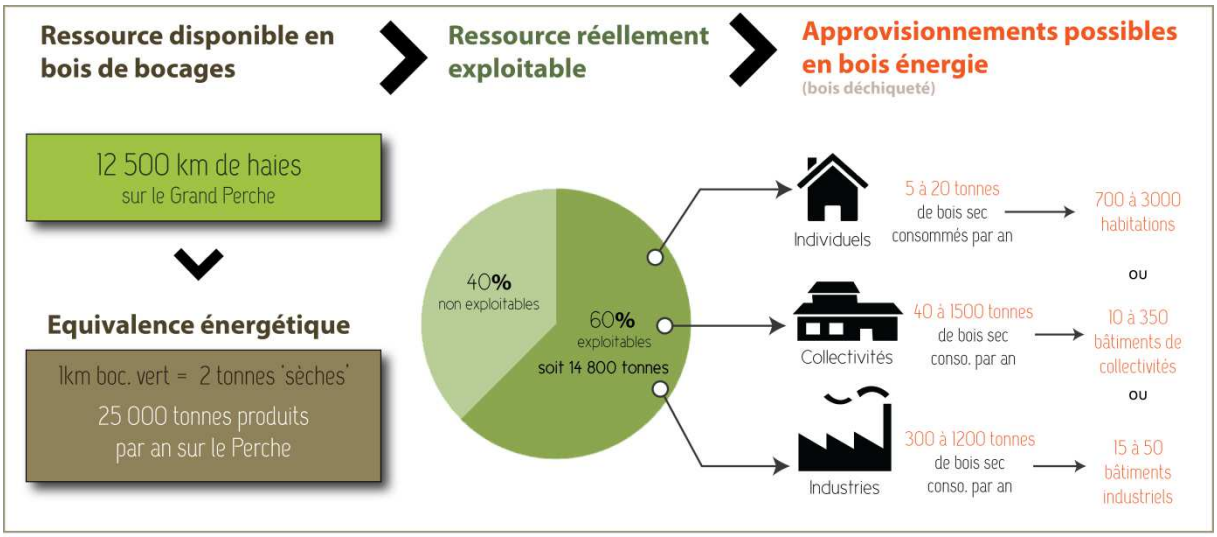
Les premiers résultats nous ont conduits à étudier la ressource réellement exploitable sur le territoire.

a) La ressource bocagère disponible

Après estimation de la ressource bocagère *(Cf. Partie IV.2.)*, nous pouvons affirmer que 12 500 km de linéaires bocagers sont disponibles sur le territoire du Grand Perche. Cependant, les conditions terrains et la productivité des haies ne permettent son exploitation qu'à hauteur de 60%. Ce qui représente tout de même environ 7 400 km de bocages exploitables de bonne productivité.

D'après l'équivalence énergétique d'un kilomètre de bocage[10], nous réalisons désormais que ce linéaire correspond 25 000 tonnes de bois produits chaque année.

Pour mieux se représenter la valeur de cette énergie produite, nous avons cherché à calculer le nombre de structures que cela permettrait d'alimenter en fonction de leurs consommations respectives (*cf. Figure 10*).



Source: Parc Naturel Régional du Perche / SIG / MD, 2013

Figure 10 Correspondance énergétique du linéaire bocager du Grand Perche.

Au final, environ **8%[11] des logements du Perche pourraient bénéficier de cette énergie**. Or ces chiffres d'estimation sur l'approvisionnement possible de structures ne prennent bien sûr pas en compte les bois non valorisés tels que les déchets végétaux des espaces verts communaux ou des cultures arboricoles, ni des déchets de scieries, et qui mériteraient d'être également estimé au regard du volume qu'ils représentent.

[10] 1km de bocage = 10 m^3 de bois déchiqueté = 2 tonnes « sèches » de bois = 7200 kWh (selon la SCIC B^2E).

[11] A partir des chiffres de l'INSEE sur les résidences principales du Grand Perche de 2012.

b) Consommation de bois des chaudières installées sur le Grand Perche

D'après une étude de l'ADEME sur la consommation des chaufferies installées sur le Grand Perche, nous avons pu estimer si ces 14 800 tonnes produit annuellement par le bocage percheron étaient suffisants pour répondre aux besoins actuels des installations (*cf. Tableau 6*).

Tableau 6 Evaluation du besoin des installations bois-énergies actuelles par rapport à la ressources bocagères disponibles sur le territoire

Type de chaufferies	Nombre d'installations	Consommation par an (en tonnes de bois)	Consommation actuelle / ressource exploitable
Individuelle	**25**	**275**	1.7%
- Agriculteur	4	47	
- Particulier	20	195	
- Professionnel	1	33	
Collective	**4**	1382	8.6%
Industrielle	**2**	1560	9.75%
TOTAL sur le Grand Perche	**31**	**3217**	**20%**

Source : Ademe

Nous constatons que la biomasse bocagère est largement suffisante pour assouvir la consommation en bois des chaufferies déjà installées sur le territoire du Perche. **En effet, les besoins ne représentent qu'un cinquième de la ressource exploitable**.

c) Répartition de la biomasse bocagère sur le Grand Perche

Pour définir les secteurs où se situe la ressource, nous avons calculé le volume moyen de bois par canton *(cf. figure 11)*.

D'une part, il s'avère que **7 cantons sur 18 possèdent plus de 80% du volume bocager du Perche**. Il s'agit de : Nogent-le-Rotrou, Nocé, Le Theil, La Loupe, Bellême, Rémalard et Pervenchères. Ces secteurs sont donc sous-exploités et aucune plateforme d'approvisionnement n'y est présente. Pour structurer ce secteur, un travail d'enquête devrait être réalisé auprès des collectivités de ces cantons pour évaluer leur sensibilisation et leur intérêt pour la plaquette bocagère comme énergie.

D'autre part, un travail sur la plantation et la gestion du bocage devrait être réalisée auprès des collectivités et des agriculteurs des cantons de Senonches, Brou, Brezolles et de La Ferté-Vidame principalement.

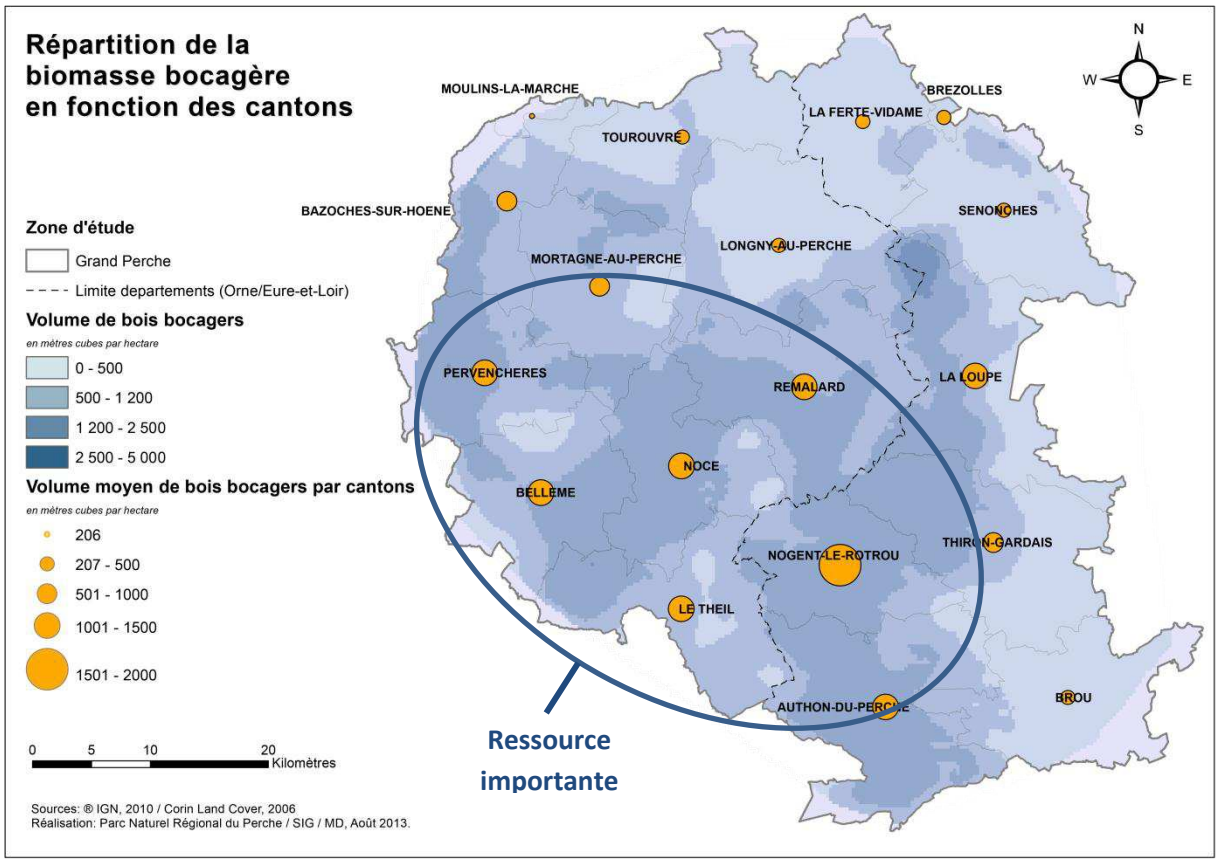


Figure 11 Répartition de la biomasse bocagère du Grand Perche

Conclusion : environ 8% des logements du Perche pourraient être approvisionnés par la ressource bocagère locale. De plus, les besoins actuels des chaufferies installées ne représentent que 20% de la ressource exploitables.

2. Objectifs d'organisation de la filière énergie bocage du Grand Perche

La ressource exploitable est suffisante pour assurer l'approvisionnement de toutes les chaufferies installées sur le Perche mais cette ressource est inexploitée**.** Nous pouvons synthétiser les conclusions précédentes en plusieurs enjeux d'organisation du territoire.

a) Promouvoir la filière bocage-énergie

- ✓ Continuer les opérations de replantation de haies sur les secteurs déficitaires de la ressource.
- ✓ Améliorer l'organisation logistique : des réflexions sont à mener sur la diminution du coût des chantiers et sur les secteurs favorables à l'implantation de plate-forme de stockage.
- ✓ Sensibiliser les acteurs locaux par des journées de démonstrations (déjà réalisé par la SCIC B²E et le PnrP).
- ✓ Programmer des formations sur la gestion du bocage ou sur le marché du bois énergie, des voyages d'étude pour échanger sur les différents types d'organisation de la filière dans différentes régions, etc…

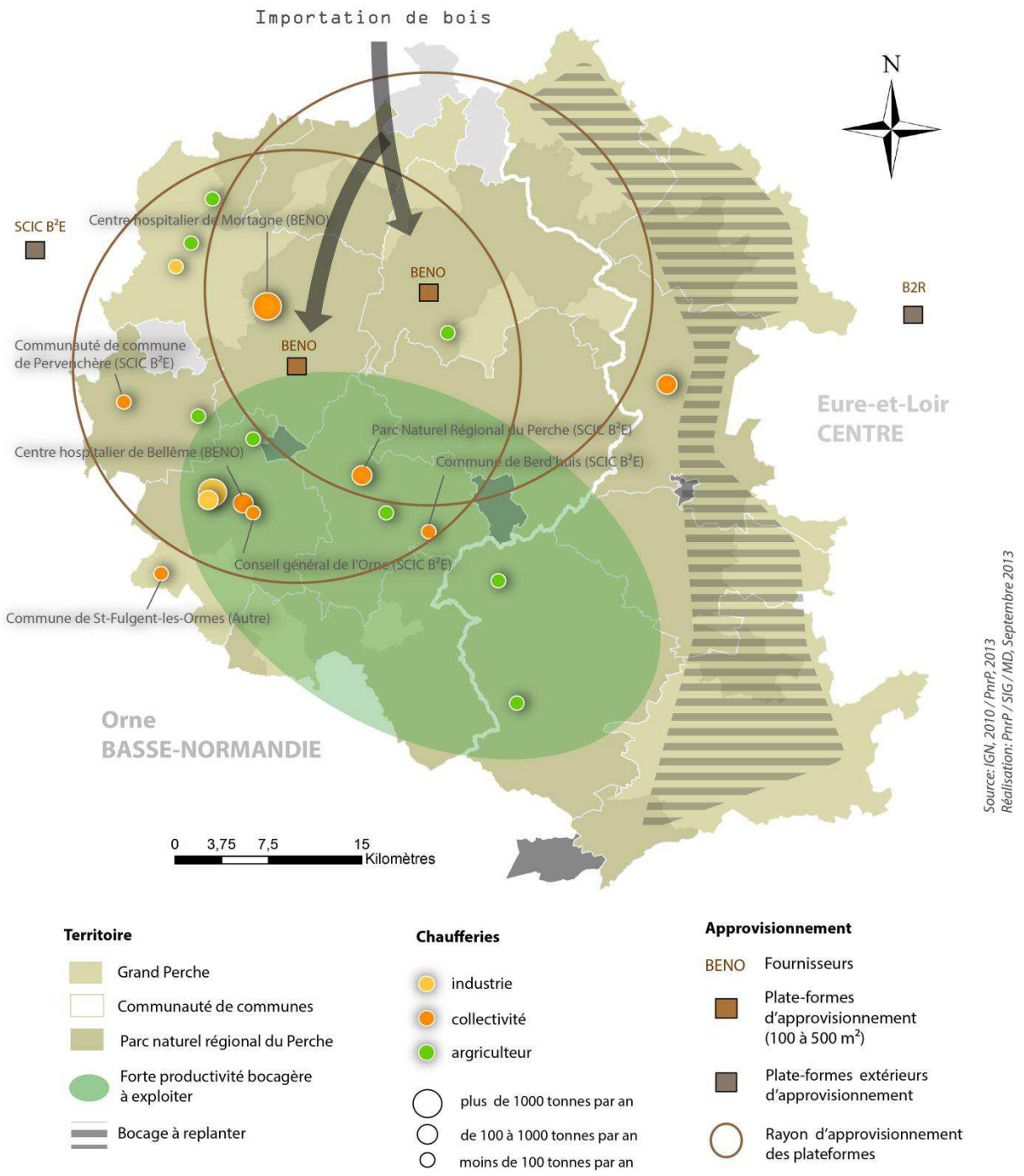


Figure 12 Carte de synthèse des objectifs de structuration du territoire

La structuration de la filière bois-énergie bocage sur le territoire est à créer *(cf. Figure 12)* car les chaufferies présentes sont approvisionnées soit par BENO, pour les plus puissantes, soit par la SCIC B²E, pour les petites puissances. Or la part de chaufferies individuelles est plus importante que celle des grosses chaufferies et les plateformes de la SCIC B²E sont à plus de 20 km du Grand Perche.

Une ou des plateformes sont donc à créer sur le territoire, ainsi que des partenariats avec des collectifs afin d'assurer la provenance locale du bois.

De plus, même si la réflexion est actuellement en cours et qu'aucune solution n'a encore été trouvée à ce jour, l'organisation logistique des chantiers d'exploitation doit être améliorée pour plus de rentabilité.

Ainsi, nous pensons que diverses solutions sont à explorer :

- Faire appel à des chantiers d'insertion.
- Créer une structure unique spécialisée dans l'exploitation du bois de bocage : ce qui permettrait à la structure de compenser les déficits dû à des chantiers en conditions terrains difficiles avec d'autres chantiers plus facilement réalisable.

b) Optimiser la gestion du bocage sur le territoire

Pour s'inscrire dans une gestion durable du territoire, une optimisation de la gestion de la ressource bocagère est à instaurer. Pour cela, des actions sont possibles à réaliser pour répondre aux différents enjeux d'optimisation de gestion de la ressource :

✓ **Préserver le patrimoine bocager :**
- Réaliser un inventaire (linéaire, typologies, essences, etc…) et une cartographie du bocage afin d'effectuer un suivi : actuellement en cours sur la Basse-Normandie.
- Effectuer des préconisations de construction de talus, plantation de haies, de bandes boisées.

✓ **Connaître et valoriser les ressources en bois du territoire :**
- Evaluer les gisements
- Elaborer et chiffrer un plan annuel de gestion de la ressource en bois en lien avec la Charte Forestière du Territoire du Perche.
- Structurer les engagements entre agriculteurs et collectivités.
- Organiser les chantiers.

c) Assurer une part de bois local dans l'approvisionnement

Pour instaurer une dynamique d'exploitation et favoriser la replantation de haies sur le territoire, une charte pourrait, en effet, être instaurée pour assurer la provenance du bois fournis comme cela a déjà été fait par la région Centre. Cela permettrait d'avoir un outil de valorisation du bocage percheron en évitant la dérive énergétique et en favorisant la plantation de haie sur le territoire.

Une « charte énergie bois région centre », signé en 2009, par Arbocentre, le conseil régional du Centre et l'ADEME. Elle a pour objectif de faire la promotion d'un combustible bois énergie de qualité facilitant la mise en place de nouvelles chaufferies bois à alimentation automatique.

Les combustibles bois sont issus du référentiel ADEME/FCBA : plaquette forestière et bocagère, produits connexes des industries du bois et les produits en fin de vie.

Chaque fournisseur s'engage sur les caractéristiques techniques de produits ainsi que sur la qualité du service. L'ADEME et le conseil régional du Centre soutiennent la Charte en finançant les projets qui auront un contrat d'approvisionnement avec un fournisseur adhérent.

Aucune Charte de ce type n'existe sur la Basse-Normandie à ce jour…

d) S'inscrire dans un programme global d'économie d'énergie

Pour optimiser cette filière, un enjeu majeur, commun à toutes les filières de l'énergie, est à prendre en compte. Il s'agit de la rénovation énergétique des bâtiments. En effet, un bâtiment bien isolé utilisera un volume moins important de bois pour se chauffer. Ainsi, le partage de la ressource sera optimisé lorsque l'isolation des bâtiments le sera également.

En 2012, l'Opération Programmée d'Amélioration de l'Habitat (OPAH) a été lancé sur les deux Pays Perche, et a pour cible, entre autres, la rénovation thermique des logements.

La priorité devrait être la rénovation thermique des bâtiments collectifs comme c'est le cas dans le reste de la Basse-Normandie où une dizaine de collèges ont été rénové.

Conclusion : l'organisation de la filière se fera par la promotion du bocage comme bois d'énergie, par l'optimisation du bocage sur le territoire, par un approvisionnement local et par une inscription dans une démarche globale d'économie d'énergie.

3. Conclusion

- ✓ Ressource bocagère suffisante qui pourrait approvisionner 8% des logements du Perche
- ✓ Filière qui reste à structurer

VI. CONCLUSION

La connaissance du volume de bois de bocage effectivement exploitable sur le Perche, nous a permis d'affirmer que la ressource est suffisante pour les besoins en énergie du territoire et surtout qu'elle est sous-exploité. Cependant, un chiffrage du volume sous-exploité reste à être estimé précisément par collectivité pour mettre en place des actions concrètes avec les élus.

La méthode d'estimation n'a pas remplie les objectifs de départ à savoir obtenir une cartographie des secteurs à mobiliser par manque de temps et de moyens. Une enquête sur la sensibilisation des élus au bois-énergie aurait pu apporter des éléments supplémentaires à l'étude.

Cependant, la connaissance du chiffrage du bocage exploitable et de la répartition de la biomasse sur le territoire du Perche, on déjà permis de définir des grands enjeux de développement à travailler pour structurer la filière sur le territoire.

Nous espérons que ce rapport pourra servir apportera des arguments aux différents acteurs de la filière bois-énergie bocage pour justifier l'implantation de plateforme d'approvisionnement auprès des élus et exploitation du bocage pour le bois-énergie auprès des agriculteurs.

BIBLIOGRAPHIE

[1] *La haie : réservoir d'énergie*, Pôle agronomie Productions Végétales des Chambres d'agriculture de Bretagne, 2009.

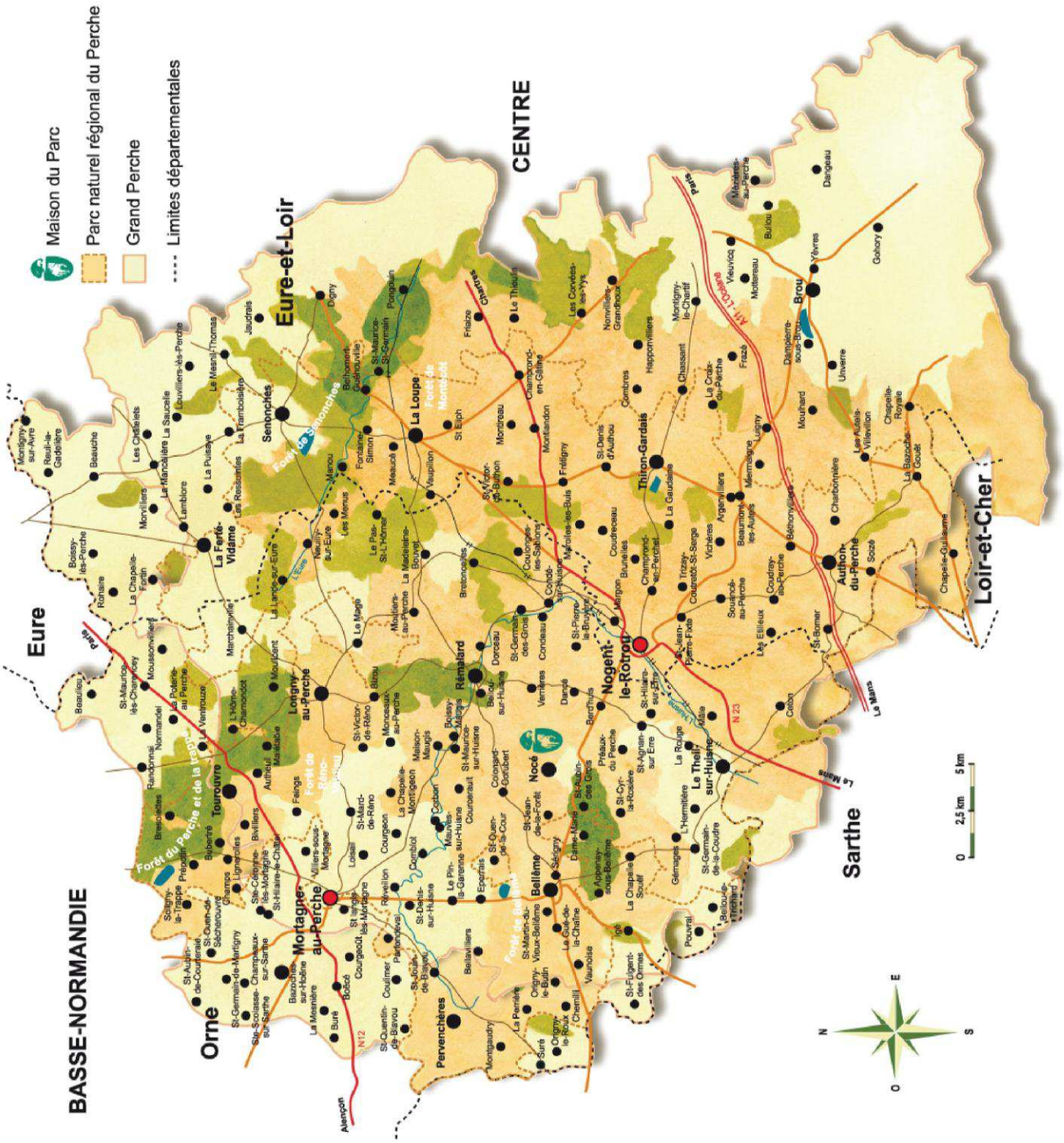
[2] *Programme « Défi'NeRgie Basse-Normandie », vers un Plan Climat Régional*, Conseil régional de Basse-Normandie, 2010.

[3] *Cahier des clauses administratives et techniques particulières « BD Bocage, Construction d'un référentiel SIG du Bocage des Pnr bas-normands »*, Parcs naturels régionaux bas-normands, mai 2012.

[4] *Etude « Haie, biomasse, Basse-Normandie »*, Institut National Forestier, 2010.

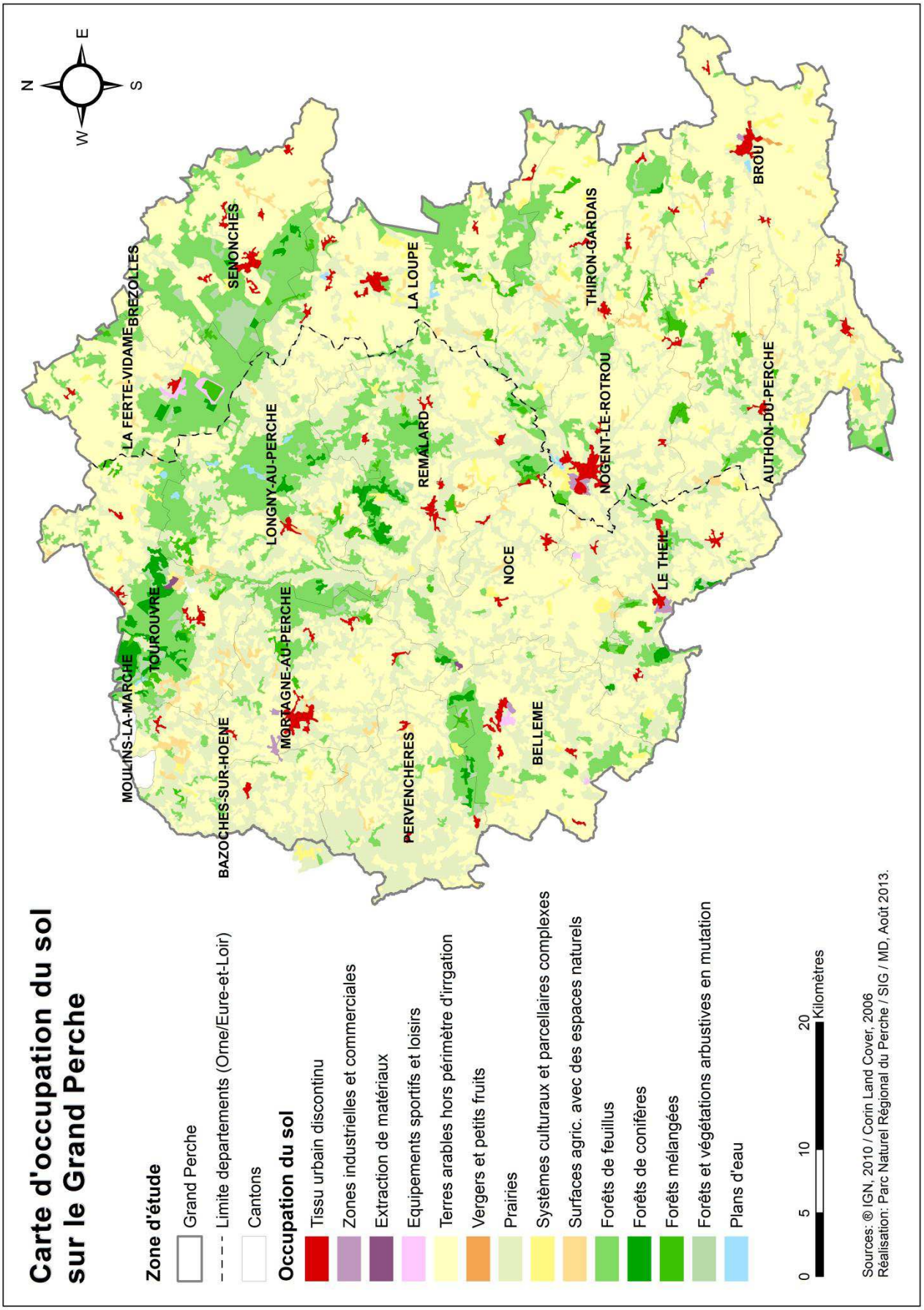
Annexes

Annexe 1 - Carte du Perche



Source : Parc Naturel Régional du Perche

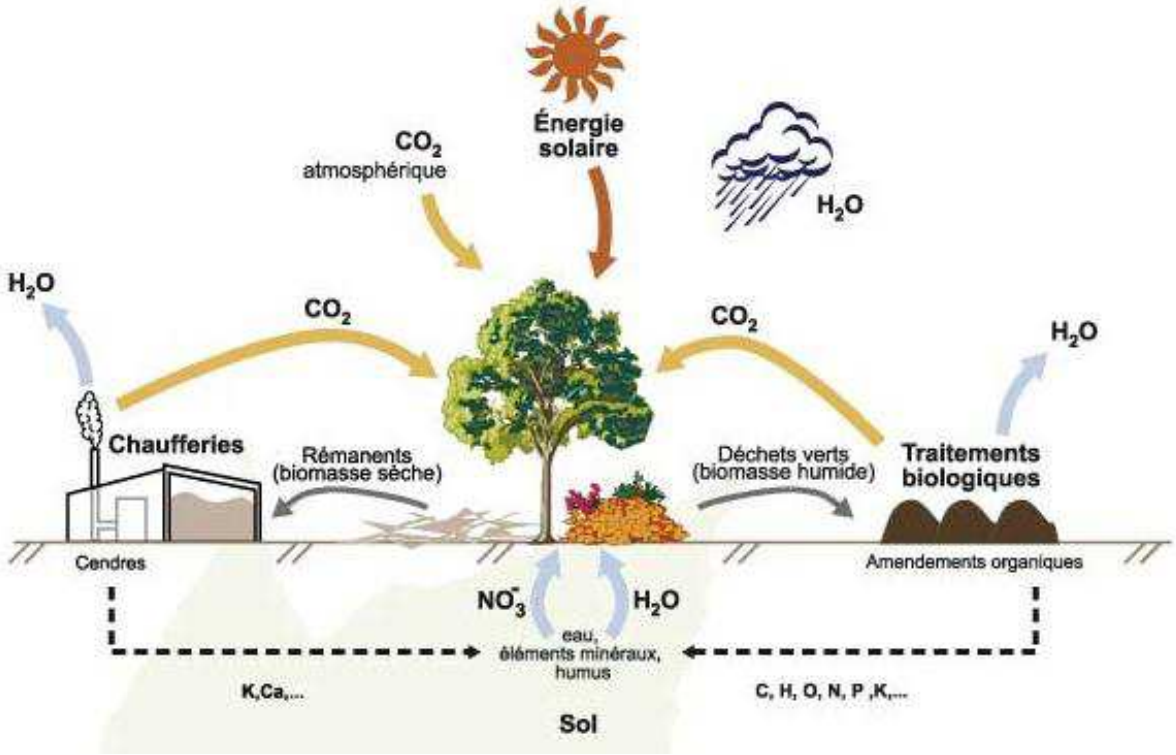
Annexe 2 - Occupation des sols du Perche



Annexe 3 - Les différentes formes de bois-énergie

Source : Centre Régional des Propriétaires Forestiers (CRPF)

Annexe 4 - Cycle biochimique de l'exploitation du bocage pour l'énergie



Source : Ademe, 2012

Annexe 5 - Liste des opérateurs bois-énergie du Perche

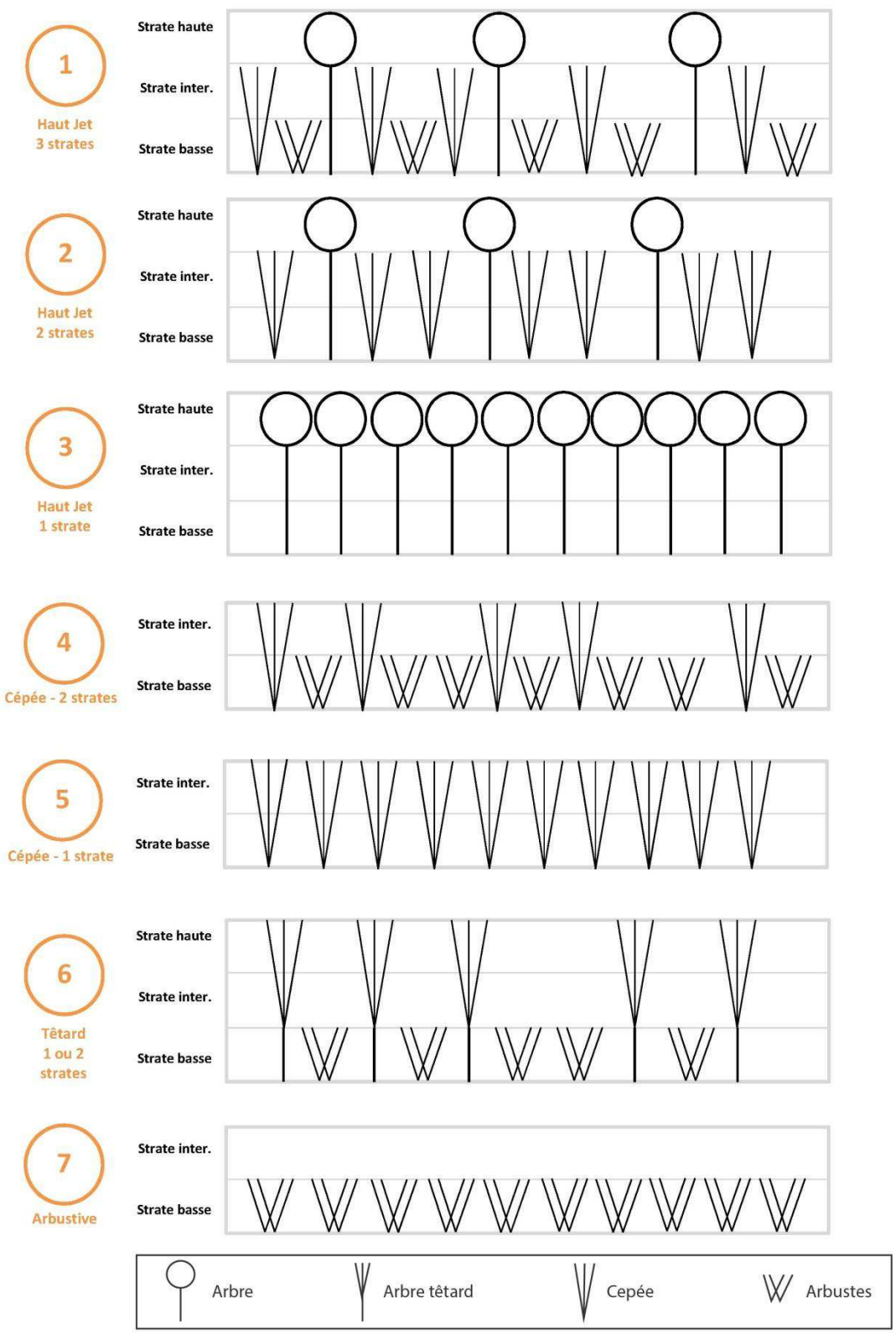
Opérateurs	*Activités*	*Compétences*
Fédération des Coopératives d'Utilisation de Matériels Agricoles de l'Orne (FDCUMA 61)	La FDCUMA représente et accompagne les 230 Cuma du département de l'Orne.	- Production des plaquettes bocagères : conseils sur le déchiquetage et l'organisation des chantiers sur le séchage et la qualité des plaquettes ; - Entretien des haies : conseil sur la gestion des haies pour améliorer leur productivité ; - Organisation de l'approvisionnement local ; - Gestion des plates-formes ; - Conseil sur chaufferies de petite et moyenne puissance ; - Accompagnement des porteurs de projets
Biomasse Normandie	Émanant de la Chambre d'Agriculture, l'association technique **Biomasse Normandie** exerce ses activités dans deux principaux domaines : le bois-énergie à l'échelle régionale, nationale et européenne d'une part, le biogaz et la gestion territoriale de la matière organique d'autre part.	- L'animation de groupes de travail et l'élaboration de documents ressources ; - La coordination pour la Haute et la Basse-Normandie du "Plan bois-énergie et développement local ; - La réalisation d'études de faisabilité, de missions d'assistance à maître d'ouvrage ; - La diffusion d'informations, en particulier sur les chaufferies de forte puissance et les réseaux de chaleur au bois.
Biocombustible SA	Créée le 12 mars 1996, Biocombustibles SA a pour objectifs de : - regrouper les détenteurs de matières premières ligneuses en Normandie en mutualisant les moyens ; - sécuriser l'approvisionnement des chaufferies en garantissant la quantité (pas de risque de rupture), la qualité, le prix stable, la durée (engagement à long terme) et le service (orgine du bois, transformations, reprise des cendres).	Attachée à un développement harmonieux de la filière bois, Biocombustibles SA répond aux attentes de tous les professionnels de la filière (papetiers, panneautiers, collectivités et exploitants de chauffage). Elle valorise entre autres et vend du bois à destination des chaufferies et de l'industrie. De plus, dans le cadre des actions engagées en faveur d'une haute qualité de service et du respect de l'environnement, Biocombustibles SA est certifiée PEFC et ISO 9001 depuis mai 2008.
France Pellets	Créée en 2006, à l'initiative de plusieurs opérateurs du bois-énergie, France PELLETS assure la promotion et la commercialisation des granulés de bois à destination de chauffages domestiques, collectifs ou industriels.	- collecte du bois ; - préparation et la transformation de la matière ; - stockage et la distribution des pellets. La société dispose de FMA classiques, de camions bennes et notamment d'un camion doté de plusieurs caissons spécifiques pour souffler les granulés en vrac ou les plaquettes, benner les plaquettes (fond mouvant).
Société Coopérative d'Intérêt Collective Bois Bocage Energie (SCIC B²E)	La **SCIC Bois Bocage Energie** a pour objectif (intérêt collectif) la valorisation des haies du territoire via l'utilisation de bois-déchiqueté. Elle revend du bois déchiqueté adapté pour des chaudières de petite et moyenne puissance ou pour du paillage (plantations, aires de jeux …). Ce bois déchiqueté est issu d'une gestion durable de la haie et l'approvisionnement est organisé en circuit court. Des plates-formes de stockage sont gérées par la SCIC. Des prestations annexes sont proposées aux associés. La SCIC est gérée de façon coopérative.	- Organisation de l'approvisionnement local ; - Négoce du bois déchiqueté issu de la valorisation des ressources naturelles locales, notamment de l'entretien durable des haies ; - Gestion des plates-formes de stockage ; - Suivi de la qualité du bois déchiqueté ; - Elaboration de plan de gestion des haies ; - Promotion et conseils sur l'utilisation du bois déchiqueté ; - Etudes de faisabilité ; - Assistance à maîtrise d'ouvrage

Source : Biomasse Normandie, 2013

Annexe 6 - Cycle de production du bois déchiqueté

Source : SCIC Energies Renouvelables, 2012

Annexe 7 - Typologies de bocage



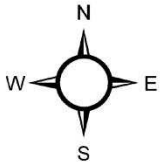
Source : SCIC B²E / IFN / Chambre d'agriculture / PnrP, 2013

Annexe 8 - Volume moyen de bois par typologie de bocage

Types regroupés	Définition	Types HBBN	*Types IFN*	m³ / 50ml	m³ /km	m³ / 50ml	m³ /km
Haut Jet	Haie de hauts jets à 3 strates	1	*8.1*	0,67 ± 0,15	13,4 ± 3,0	0,56 ± 0,07	11,2 ± 1,4
	Haie de hauts jets à 2 strates	2	*8.2*	0,54 ± 0,09	10,8 ± 1,9		
	Haie de hauts jets à 1 strate	3	*8.3*	0,43 ± 0,09	8,6 ± 1,9		
Haies de cépées	Haie de cépées à 2 strates	4	*8.4*	0,44 ± 0,11	8,9 ± 2,1	0,46 ± 0,08	9,2 ± 1,5
	Haie de cépées à 1 strate	5	*8.5*	0,48 ± 0,11	9,6 ± 2,2		
Haie de têtards	Haie de têtards à 1 strate ou à 2 strates	7-8	*8.7-8.8*	0,38 ± 0,11	7,5 ± 2,2	0,38 ± 0,11	7,5 ± 2,2
Haie arbustive	Haie arbustive à une strate	6	*9.6*	0,17 ± 0,05	3,4 ± 0,9	0,17 ± 0,05	3,4 ± 0,9
Haie à volume nul	Haie à volume nul	11-13-(*X6*)	*9.1-X2-X6*	-	-	-	-
			Total région :	0,41 ± 0,04	8,1 ± 0,8	0,41 ± 0,04	8,1 ± 0,8

Source : Etude « Haies, Biomasse, Basse-Normandie » (HBBN) / IFN, 2010

Extrait de la base de données bocage (BDB)



Typologie de la BDB

- Alignement d'arbres
- Haie basse
- Haie vive sans dominante haut jet
- Haie vive à dominante haut jet
- Talus_nu

0 0,15 0,3 0,6 Kilomètres

Sources: Orthophoto ® IGN, 2010 / BDB IFN, 2010
Réalisation: Parc Naturel Régional du Perche / SIG / MD, Août 2013.

Extrait de la table de données correspondant à la couche cartographique de la base de données bocage:

Réseau bocager

	FID	Shape *	ID_HTRON	HTYPE_2010	LONG	FIAB	LARG	PROX_ROUTE	PROX_HYDRO	HCONX_2010
	0	Polyligne	1	Haie_vive_sans_dominante_HJ	275,241	1	0	0	0	0
	1	Polyligne	2	Haie_vive_sans_dominante_HJ	156,763	1	0	0	0	0
	2	Polyligne	3	Haie_vive_sans_dominante_HJ	42,558	1	0	0	0	0
	3	Polyligne	4	Haie_vive_sans_dominante_HJ	367,01	1	0	0	0	0
	4	Polyligne	5	Haie_vive_à_dominante_HJ	114,73	2	0	0	0	0
	5	Polyligne	6	Haie_vive_sans_dominante_HJ	103,275	1	0	0	0	0
	6	Polyligne	7	Haie_vive_sans_dominante_HJ	35,111	1	0	0	0	0
	7	Polyligne	8	Haie_vive_à_dominante_HJ	44,356	1	0	0	0	0
	8	Polyligne	9	Alignement_arbre	136,537	2	0	0	0	0
	9	Polyligne	10	Haie_basse	185,082	1	0	0	0	0
	10	Polyligne	11	Haie_vive_sans_dominante_HJ	81,449	2	1	0	0	0
	11	Polyligne	12	Haie_vive_sans_dominante_HJ	80,176	1	0	0	0	0
	12	Polyligne	13	Haie_vive_sans_dominante_HJ	419,314	1	0	0	0	0
	13	Polyligne	14	Haie_vive_sans_dominante_HJ	50,45	1	0	0	0	0
	14	Polyligne	15	Haie_vive_sans_dominante_HJ	109,588	1	0	0	0	0
	15	Polyligne	16	Haie_vive_sans_dominante_HJ	22,757	1	0	0	0	0
	16	Polyligne	17	Haie_vive_sans_dominante_HJ	83,83	1	0	0	0	0

Annexe 10 - Productivité des haies en fonction de leur typologie et des essences

Productivité des haies en fonction de leur typologie et des espèces : pour 100 m (sans trouée) : données indicatives issues de suivi de chantier et d'étude de haies.

Type de haie	Essence majoritaire	Productivité en MAP sec par 100 m et par an	
		Sol et climat adaptés à l'essence majoritaire (Bon potentiel)	Sol et climat moins adaptés à l'essence majoritaire (Potentiel moyen)
Haie basse	Genêt, prunellier	Faible : 0 à 0.5 MAP	
Taillis Prélèvement des cépées	Châtaignier	2.5 à 3.5 MAP	0.8 à 2 MAP
	Noisetier	1 à 2 MAP	0.8 à 1 MAP
	Saule	2 à 3 MAP	1 à 1.5 MAP
	Mélange d'espèces	2 à 2.5 MAP	0.8. à 1 MAP
Futaie âgée Prélèvement des branches, abattage des troncs	Chêne haut jet	1 à 2 MAP	0.7 à 1 MAP
	Hêtre	1 à 2. MAP	0.7 à 1 MAP
	Châtaignier	1.5 à 2 MAP	0.8 à 1.2 MAP
	Mélange d'espèces	1.5 à 2 MAP	0.7 à 0.9 MAP
	Chêne émonde	0.085 MAP/arbre soit 0.6 à 2 MAP/100 m selon densité	
Taillis sous futaie Prélèv. des cépées, branches, abattage des troncs	Châtaignier	2 à 3 MAP	0.8 à 1.5 MAP
	Hêtre	1.5 à 2 MAP	0.7 à 1.2 MAP
	Chêne	1.5 à 2.2 MAP	0.8 à 1.2 MAP
	Mélange d'espèces	1.5 à 2.5 MAP	0.7 à 1 MAP
Haie jeune (1ère coupe à 20/25 ans)	Mélange d'essences productives	1.3 MAP	0.5 MAP
		Cet accroissement peut être prélevé sous forme de plaquettes, piquets, bûches, bois d'œuvre tous les 10/20 ans.	

Source : Chambre d'agriculture de Bretagne, 2012.

Annexe 11 - Référents contactés lors de l'étude

Structure	Référent	Tél.	Courriel
SCIC B²E	Laurent NEVOUX	02.33.65.15.56	laurent@boisbocagenergie.fr
	Alexis DUPRES	02.33.25.90.73	
SCIC SARL Bocage énergies locales	Fredy POIRIER	06.21.72.45.79	
SCIC ENR	Emily DUTHION	02.96.82.36.35	
Biomasse Normandie	Mathieu FLEURY	02.31.34.24.88	m.fleury@biomasse-normandie.org
ADEME BN	Maxime MONCHAMP	02.31.46.81.00	
CRPF Normandie	Eric HINCELIN	02.35.12.45.57	eric.hincelin@crpf.fr
CRPF Orne	Béatrice LACOSTE	06.07.97.21.19 02.33.82.41.62	
CA Orne	Clémence ADAM	02.33.31.49.43	clemence.adam@ornechambragri.fr
CA Eure-et-Loir	Morgane STOYANOV		
Ecopertica	Antoine ELLEAUME	06.22.39.74.10	
FDCUMA (orne)	François-Xavier BABIN	06.30.66.81.35 02.33.80.82.95	rejane.grossiord@cuma.fr
CUMA 61	Hubert MOUSSET	02.33.25.02.51	
La maison FERRE	Grégoire FERRE	02.33.25.29.50 06.64.50.96.88	gregferre@yahoo.fr

Source : PnrP / MD, 2013

Annexe 12 - Détermination du nombre d'échantillons nécessaires à l'estimation de la biomasse bocagère du Perche

Pour déterminer la taille de l'échantillon à tirer et ainsi permettre des interprétations valables des analyses qui seront effectuées à partir de celui-ci, outre la taille de la population d'étude, il est nécessaire de prendre en compte certains critères statistiques pour calculer la taille de l'échantillon souhaité, par le biais d'une formule mathématique :

$$N = \left(\frac{Cv}{e} \times t\right) = \left(\frac{0.68}{0.15} \times 1.65\right) = 126 \approx \boxed{130 \text{ échantillons requis}}$$

Avec N : le nombre d'échantillon, Cv : le coefficient de variation, t : indice de l'intervalle de confiance et e : le niveau de précision.

Car les critères statistiques qui influencent la taille de l'échantillon sont:

- ✓ Le niveau de précision (e), ou erreur d'échantillonnage, qui estime l'intervalle de confiance dans lequel on va situer la valeur réelle de la population. La valeur prise par la population sera comprise en deçà et au-delà de la valeur estimée pour l'échantillon, selon le niveau de précision voulu. Ce dernier est exprimé en points de pourcentages (ex: +/- 5%). Dans notre cas, un niveau de précision de 10% sera suffisant étant donnés les contraintes de temps et d'espace concernant l'étude.
- ✓ Le niveau de confiance (t): il y a toujours un risque que l'échantillon sélectionné ne représente pas la population étudiée. Le niveau de confiance (ou marge d'erreur) permet d'indiquer le pourcentage de chances que l'échantillon sélectionné d'être représentatif de la population étudiée. Dans notre cas, nous prendrons un intervalle de confiance de 95% (soit un seuil t de 1,65).
- ✓ Le coefficient de variation (Cv): en pourcentage de la valeur moyenne de la variable considérée des peuplements à inventorier. Ici, la variable est la densité de bocage.

$$Cv = \frac{\sigma}{\mu} = \frac{3287.8}{4830.6} = 0.68$$

Avec μ la moyenne de densité de bocage par maille et σ l'écart-type moyen de densité de bocage par maille.

Source : Méthodologie et Instruction pour l'Exécution des Inventaires Forestiers Détaillés et Participatifs au Niveau des Marchés Ruraux, H. Forster, B. Matar, B. Badmokréo, Novembre 2001.

Annexe 13 - Répartition des zones à inventorier

Annexe 14 - Description de chaque état des variables

REGENERATION DES HAIES	Faible	Moyenne	Forte
Définitions	Selon espèces. Haie trouée, basse, vieillissante. Pas de cépée ni de drageons. Plant de semis. Recouvrement par les ronces.	Selon espèces. Peu de drageons et de cépée.	Selon espèces. Forte présence de cépées, drageons, rejets...

AGE DE LA HAIE	Jeune	Intermédiaire	Vieillissante
Définitions	Selon les espèces, forte présence d'individus n'ayant pas atteint leur taille adulte.	Selon les espèces, forte présence d'individus ayant atteint leur taille adulte mais diamètres de branches faibles.	Selon les espèces, forte présence d'individus ayant atteint leur taille adulte avec diamètres de branches importants.

CONTINUITE DE LA HAIE	Continue	Discontinue	Relictuelle
Définitions	Pas d'interruption de + de 10m sur + de 25m de haie.	Interruption de + 10m.	Longueur inférieure à 25m et sans connectivité.

STRATE	Basse	Intermédiaire	Haute
Définitions	Moins de 2m de hauteur.	Entre 2m et 7m de hauteur.	Supérieur à 7m.

RECOUVREMENT

Coeff.	Définitions
+	Espèce peu ou très abondante, voir individu unique, recouvrement très faible.
1	Espèce abondante, mais avec un faible recouvrement ou assez peu abondante avec un recouvrement plus grand, compris entre 1 et 5%.
2	Espèce très abondante ou à recouvrement compris entre 5 et 25%.
3	Espèce à recouvrement compris entre 25 et 50 % de la surface, et d'abondance quelconque.
4	Espèce à recouvrement compris entre 50 et 75 % de la surface, et d'abondance quelconque.
5	Espèce à recouvrement >= 75% de la surface, et d'abondance quelconque.

Source : Guide pratique des haies dans le Perche, PnrP, 2001

Annexe 15 - Fiche de relevé / Inventaire du bocage

OBSERVATEUR	IDENTITE DE LA HAIE
Nom:	N° haie:
Date:	N° photos:
Commune:	Haie cartographiée: ☐ oui ☐ non
Lieu-dit:	N° échantillon:

Typologie ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8

Noms essences principales	Strate	Recouvrement	Noms essences principales	Strate	Recouvrement

Régénération ☐ faible ☐ moyenne ☐ forte

Age ☐ jeune ☐ intermédiaire ☐ ancienne

Continuité ☐continue ☐ discontinue ☐ relictuelle

Pente ☐0-10% ☐ 10-20% ☐ >20%

Accès ☐ **oui** ☐**non**

Type: ☐propriété ☐prairie ☐champ ☐route ☐chemin

Interface

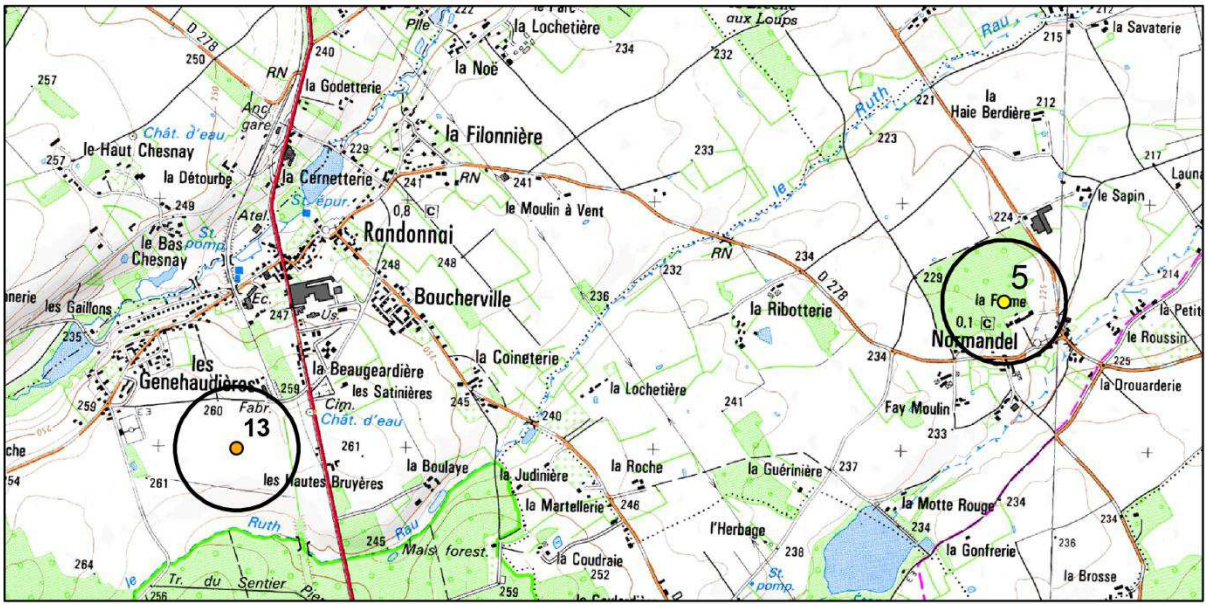
Côté A		Côté B	
☐ route	☐ chemin	☐ route	☐ chemin
☐ cours d'eau	☐ bois	☐ cours d'eau	☐ bois
☐ prairie	☐ culture	☐ prairie	☐ culture
☐ bâtiment	☐ autre :.....	☐ bâtiment	☐ autre :.....

Distance à une route ☐ <100m ☐ 100-200m ☐ 200-400m ☐ >400m

Source : Parc naturel régional du Perche / MD, 2013

Annexe 16 - Exemple d'une fiche de repérage d'une zone à inventorier

Echantillon Z2_P13

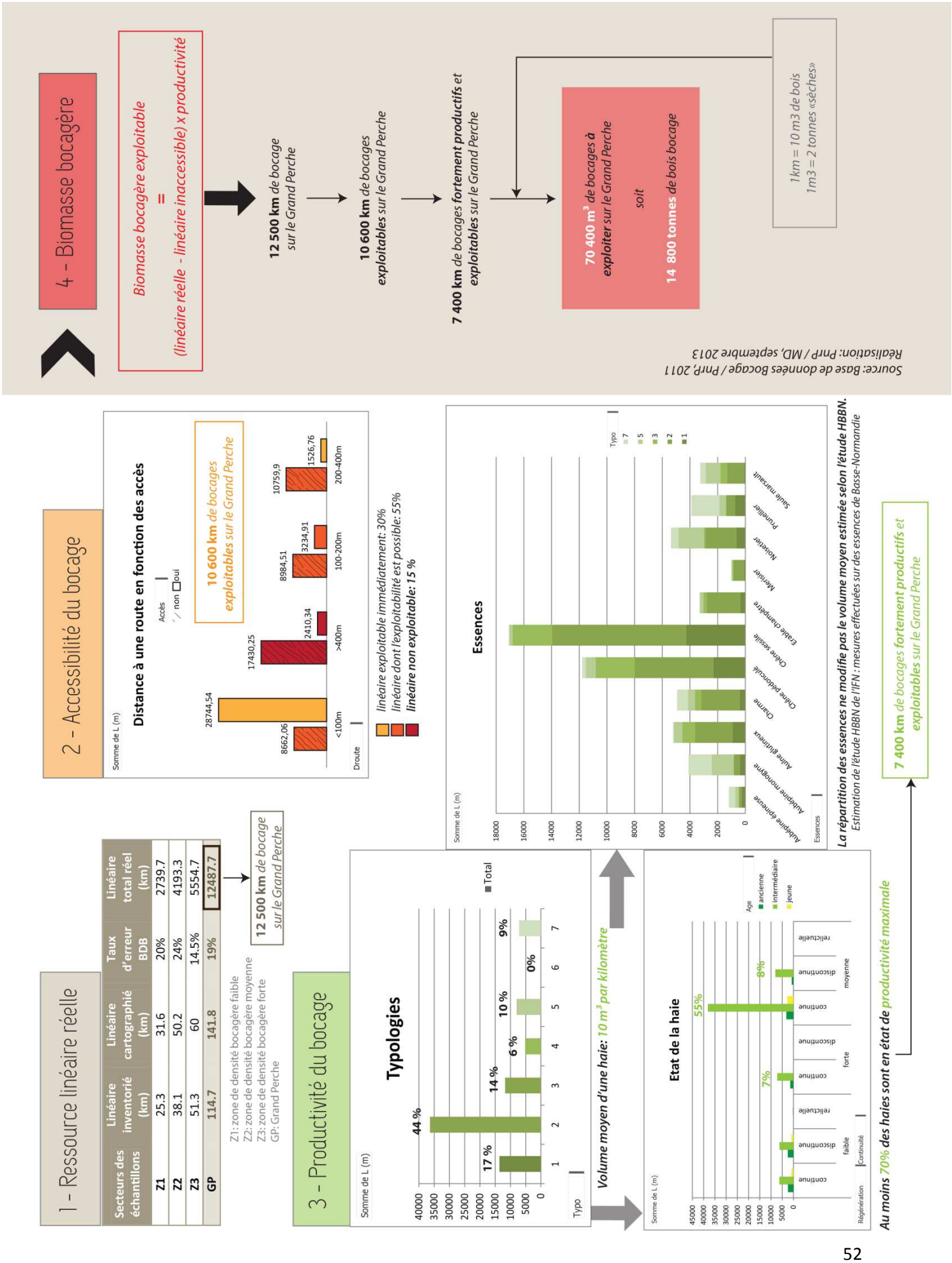


Saisie des données dans un tableur:

N° échantillon	N° Haie	L (m)	Typo	Essences	Strate	%	Régénération	Age	Continuité	Accès	Type	Pente	err. Ac	Interface	Droute
z1_p0	101236	228,5	5	Charme	inter	3	forte	intermédiaire	continue	oui	Route	0-10%	non	Champ/Route	<100m
				Aubépine monogyne	inter	3									
				Erable champêtre	inter	3									
				Lilas	inter	2									
				Cornouiller mâle	inter	3									
	101237	177,8	5	Aubépine monogyne	inter	3	forte	intermédiaire	continue	oui	Route	0-10%	non	Champ/Route	<100m
				Charme	inter	3									
				Erable champêtre	inter	3									
				Cornouiller mâle	inter	2									
	101940	122,2	5	Saule marsault	inter	4	moyenne	intermédiaire	continue	non		0-10%	non	Prairie/Prairie	<100m
				Peuplier	inter	2									
	101943	239,5	3	Frêne commun	haute	4	moyenne	intermédiaire	discontinue	non		0-10%	non	Ppté/Prairie	<100m
				Saule marsault	inter	3									

Annalyse des données dans un tableur:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Echantillon	longueur_réelle	longueur_carto	tx_erreur	tx_typologie	volume_typo	régénération_moyenne	regénération_Forte	tx_inexploitable	tx_etat
2	1	768	1080,450454	-0,28918536	0,95258236	73,15832525	0,276434752	0,723565248	0	1
3	2	992,2	1544,722052	-0,3576838	0,854774981	84,81077359	0,639844934	0	0	0,63984493
4	3	0	113,593979	-1	0	0	0	0	0	0
5	4	1542,41	1782,700576	-0,1347902	1,09008501	168,135802	0,705725676	0,113243942	0	0,81896962
6	5	818,1	1131,935891	-0,27725589	0,72931211	59,66502374	0,913245834	0	0	0,91324583
7	6	316,8	591,6857104	-0,46458061	0,420479303	13,32078431	0,347276688	0,477233115	0	0,8245098
8	7	0	135,7382749	-1	0	0	0	0	0	0
9	8	0	1436,428375	-1	0	0	0	0	0	0
10	9	0	2030,687124	-1	0	0	0	0	0	0
11	10	0	244,9781327	-1	0	0	0	0	0	0
12	11	189,2	485,0244132	-0,60991654	0,199199832	3,768860813	0,601600337	0,057169931	0	0,65877027
13	12	0	31,0860077	-1	0	0	0	0	0	0
14	13	1738,2	3766,332795	-0,53849007	0,949196278	164,9892971	0,53765122	0,250618539	0	0,78826976
15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	15	997,6	1532,258598	-0,35389538	0,906477748	90,43022012	0,475935038	0,105212534	0	0,58114757
17	16	565,7	1544,022396	-0,51490676	0,623492605	35,27097668	0,211319681	0,336916951	0	0,54823663
18	17	800,9	1166,167569	-0,60323324	1	80,09	0	0,368176707	0	0,36817671
19	18	258,5	2018,566261	4,94468876	0,888021615	22,95535875	0	0,843740618	0	0,84374062
20	19	0	43,4841941	-1	0	0	0	0	0	0
21	20	560,7	2104,448159	-0,09367365	0,799492597	44,82754991	0,847196806	0	0	0,84719681
22	21	293,3	618,6513289	-0,54374346	1	29,33	1	0	0	1
23	22	529,85	642,8400996	0,18420574	1,05979926	56,15346381	1	0	0	1
24	23	426,9	447,4306968	-0,24364504	0,635340729	27,12269572	0,984944532	0	0	0,98494453
25	24	315,8	564,4175332	-0,69927318	1,165918612	36,81970975	1	0	0	1
26	25	609,8	1050,122513	-0,49880505	3,206612807	195,539249	1	0	0	1


1 - Ressource linéaire réelle
Secteurs des échantillons | Linéaire inventorié (km) | Linéaire cartographié (km) | Taux d'erreur BDB | Linéaire total réel (km)
Z1 | 25.3 | 31.6 | 20% | 2739.7
Z2 | 38.1 | 50.2 | 24% | 4193.3
Z3 | 51.3 | 60 | 14.5% | 5554.7
GP | 114.7 | 141.8 | 19% | 12487.7
Z1: zone de densité bocagère faible
Z2: zone de densité bocagère moyenne
Z3: zone de densité bocagère forte
GP: Grand Perche
12 500 km de bocage sur le Grand Perche
2 - Accessibilité du bocage
Distance à une route en fonction des accès
Somme de L (m)
Accès
oui
non
28744,54
8662,06
17430,25
2410,34
8984,51
3234,91
10759,9
1526,76
<100m
>400m
100-200m
200-400m
Droute
10 600 km de bocages exploitables sur le Grand Perche
linéaire exploitable immédiatement: 30%
linéaire dont l'exploitabilité est possible: 55%
linéaire non exploitable: 15 %
3 - Productivité du bocage
Typologies
Total
44 %
17 %
14 %
6 %
10 %
0%
9%
Typo
Volume moyen d'une haie: 10 m³ par kilomètre
Etat de la haie
Age
ancienne
intermédiaire
jeune
55%
7%
8%
continue
discontinue
relictuelle
faible
forte
moyenne
Régénération
Continuité
Essences
Aubépine épineuse
Aubépine monogyne
Aune glutineux
Charme
Chêne pédonculé
Chêne sessile
Erable champêtre
Merisier
Noisetier
Pruneller
Saule marsault
La répartition des essences ne modifie pas le volume moyen estimée selon l'étude HBBN.
Estimation de l'étude HBBN de l'IFN : mesures effectuées sur des essences de Basse-Normandie
7 400 km de bocages fortement productifs et exploitables sur le Grand Perche
Au moins 70% des haies sont en état de productivité maximale
4 - Biomasse bocagère
Biomasse bocagère exploitable
=
(linéaire réelle - linéaire inaccessible) x productivité
12 500 km de bocage sur le Grand Perche
10 600 km de bocages exploitables sur le Grand Perche
7 400 km de bocages fortement productifs et exploitables sur le Grand Perche
70 400 m³ de bocages à exploiter sur le Grand Perche
soit
14 800 tonnes de bois bocage
1km = 10 m3 de bois
1m3 = 2 tonnes «sèches»
Source: Base de données Bocage / PnrP, 2011
Réalisation: PnrP / MD, septembre 2013

Diplôme : Ingénieur

Spécialité : Paysage

Spécialisation / option : Ingénierie des territoires

Enseignant référent : Gilles GALOPIN

Auteur(s) : Marion Dulieu

Date de naissance* : 27/01/1990

Nb pages : 63 Annexe(s) : 18

Année de soutenance : 2013

Organisme d'accueil : Parc naturel régional du Perche

Adresse : Maison du Parc

Courboyer

61340 Nocé

Maître de stage : Laurent BENARD

Titre français : Réflexion sur les limites de développement de la filière bois-énergie bocage du Perche

Titre anglais : Thoughts about development limits of the Perche wood-energy sector.

Résumé (1600 caractères maximum) :

Il s'agit d'une étude visant à estimer la biomasse bocagère présente sur le territoire du Perche (Basse-Normandie) par une méthode d'inventaire du bocage appliquée à l'ensemble du territoire. L'objectif étant par la suite, de mener une réflexion sur les enjeux de développement de la filière bois-énergie sur ce territoire.

Abstract (1600 caractères maximum) :

It is about a study to consider the wooded biomass present on the territory of the Perche (Normandy) by a method of inventory of the bocage applied to the whole territory. The objective being afterward, to lead a reflection on the stakes in development of the wood-energy sector on this territory.

Mots-clés :

Bocage ; bois-énergie ; développement territorial ; estimation ; biomasse ;

* *Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires*