



SYNDICAT MIXTE  
Aire urbaine  
BELFORT MONTBÉLIARD HÉRICOURT DELLE

# Plan d'Approvisionnement Territorial en bois-énergie de l'Aire urbaine Belfort-Montbéliard-Héricourt-Delle

Mai 2013





Etude réalisée dans le cadre des thématiques de travail du SMAU

# Cadre de vie et Attractivité

Sous le pilotage de MM. :

**Jacques ABRY**, Vice-président de  
la Communauté de communes du Pays d'Héricourt

**Bernard LACHAMBRE**, Conseiller communautaire de  
Pays de Montbéliard Agglomération

Avec l'appui technique de l'Union Régionale des COmmunes  
FORestières de Franche-Comté (URACOFOR)





## **Plan d'approvisionnement territorial**

*Un outil d'aide à la décision pour les élus du territoire*

# **Aire urbaine Belfort-Montbéliard-Héricourt-Delle**

## **Rapport d'étude**

**Le Pays de l'Aire urbaine s'est porté candidat pour participer au programme "1000 chaufferies bois pour le milieu rural".** Ce programme, initié par les Communes Forestières en 2006, se positionne en relais du programme national bois énergie lancé par l'ADEME. Les plans d'approvisionnement territoriaux (PAT), proposés dans le cadre de ce projet, s'inscrivent dans une démarche de développement local visant à promouvoir un approvisionnement sécurisé et durable des chaufferies bois du territoire. La mise en place du PAT s'inscrit dans une optique de valorisation des potentiels énergétiques locaux, selon une logique de cohérence territoriale.

D'un point de vue méthodologique, le PAT comprend :

- l'identification des consommateurs potentiels de bois énergie ;
- la caractérisation de la ressource en bois et de son taux de valorisation à un instant "t<sub>0</sub>", puis "t<sub>n</sub>" après mise à jour des bases de données ;
- différents scénarii logistiques envisageables. Ceux-ci permettent notamment d'optimiser les coûts de production de la plaquette forestière ;
- la prise en compte des enjeux environnementaux.

**Plus qu'une étude, le PAT est un tableau de bord modulable et actualisable, remis aux décideurs du territoire et maîtres d'ouvrage de chaufferies bois.**

juin 2013

## Sommaire

<b>1. CONTEXTE .....</b>	<b>7</b>
1.1 PRESENTATION DU TERRITOIRE .....	7
1.2 PRESENTATION DE LA FORET DU TERRITOIRE .....	8
<b>2. METHODE.....</b>	<b>9</b>
<b>3. EVALUATION DE LA CONSOMMATION .....</b>	<b>10</b>
3.1 CONSOMMATION DES CHAUFFERIES COLLECTIVES ET PRIVEES .....	10
3.2 CONSOMMATION DE BOIS BUCHE .....	12
3.3 CONSOMMATION DES INDUSTRIES DU PAPIER ET DU PANNEAU .....	13
<b>4. EVALUATION DE LA RESSOURCE.....</b>	<b>14</b>
4.1 RESSOURCE FORESTIERE .....	14
4.2 RESSOURCE INDUSTRIELLE .....	15
<b>5. BESOIN, RESSOURCE ET COUTS DE MOBILISATION DU BOIS ENERGIE.....</b>	<b>16</b>
5.1 LES CHAUFFERIES POURRONT-ELLES S'APPROVISIONNER LOCALEMENT ? .....	16
5.2 UN APPROVISIONNEMENT LOCAL, A QUEL COUT ? .....	16
5.3 MOBILISER PLUS DE BOIS TOUT EN PROTEGEANT MIEUX LA BIODIVERSITE.....	18
5.4 UN CONTEXTE PARTICULIER LIE A L'IMPACT URBAIN.....	20
<b>6. OPTIMISATION DE LA LOGISTIQUE.....</b>	<b>21</b>
6.1 EQUIPEMENTS DE STOCKAGE .....	21
6.2 PROJET DE PLATEFORME DE LA COMMUNAUTE DE COMMUNES DES TROIS CANTONS .....	22
6.3 PROJET DE PLATEFORME DE LA SCIERIE DE BADEVEL .....	22
<b>1. ENSEIGNEMENTS.....</b>	<b>24</b>
1.1 APPROVISIONNEMENT DES CHAUFFERIES BOIS DU TERRITOIRE .....	24
1.2 COUTS DE MOBILISATION DE LA PLAQUETTE .....	25
1.3 EQUIPEMENT, DESSERTE, ENVIRONNEMENT .....	25
<b>2. PERSPECTIVES .....</b>	<b>27</b>
<b>3. AU-DELA DES CHIFFRES .....</b>	<b>27</b>
 LES PARTENAIRES TECHNIQUES DE L'ETUDE .....	 32
 <b>ANNEXE TECHNIQUE .....</b>	 <b>33</b>

A noter : la démarche PAT est complémentaire de la démarche de Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), menée par les services de l'Etat en raison des fortes concentrations de particules dans l'air relevées dans l'Aire urbaine. En effet, le PAT vise à favoriser le développement du parc de chaufferies collectives équipées de systèmes de filtration, émettant très peu de particules ; le PPA vise notamment de son côté la diminution des émissions des unités de chauffages individuelles au bois (interdiction de foyers ouverts, labellisation des équipements...) : les deux démarches visent donc une utilisation raisonnée et efficace de la ressource bois.

## 1. Contexte

### 1.1 Présentation du territoire

#### L'AIRe URBAINE BELFORT-MONTBÉLIARD-HÉRICOURT-DELLE ET LE SMAU

Le territoire de l'Aire urbaine Belfort-Montbéliard-Héricourt-Delle, organisé depuis 2004 sous la forme d'un Pays au sens de la loi "Voynet" / LOADDT (1998), regroupe 199 communes à cheval sur 3 départements de la Franche-Comté : le Doubs (25), la Haute-Saône (70) et le Territoire de Belfort (90).

Au sens de l'INSEE, le bassin de vie de l'Aire urbaine est en réalité la juxtaposition de 2 aires urbaines : Belfort (50 000 habitants / 96 000 avec la Communauté d'agglomération Belfortaine) et Montbéliard (27 000 habitants / 118 000 avec Pays de Montbéliard Agglomération). Celles-ci animent un archipel de moyennes et petites villes (13 communes hors Belfort et Montbéliard ont plus de 4 000 habitants) qui confèrent à ce territoire un caractère exceptionnellement multipolaire. Il s'agit en particulier d'Héricourt, 3<sup>ème</sup> pôle de l'Aire urbaine (10 000 habitants / 20 000 avec la Communauté de communes du Pays d'Héricourt) et de Delle (6 000 habitants / 24 000 avec la Communauté de communes du Sud Territoire).

Sur ce périmètre resserré, trois multinationales industrielles, PSA, Alstom, et GEEPE, portent le flambeau d'une forte tradition industrielle et ouvrière dans les deux secteurs stratégiques que sont l'Automobile et l'Énergie.

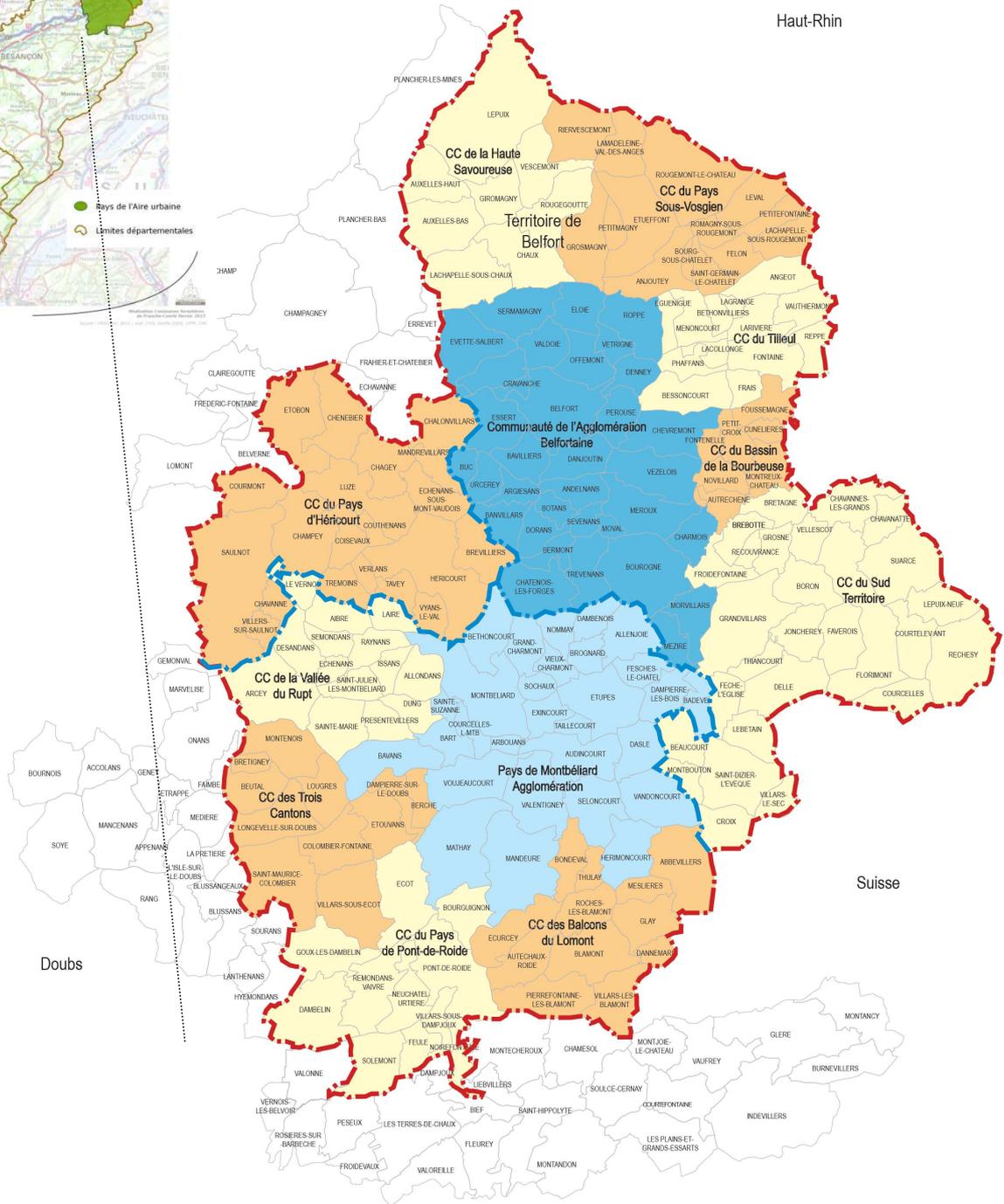
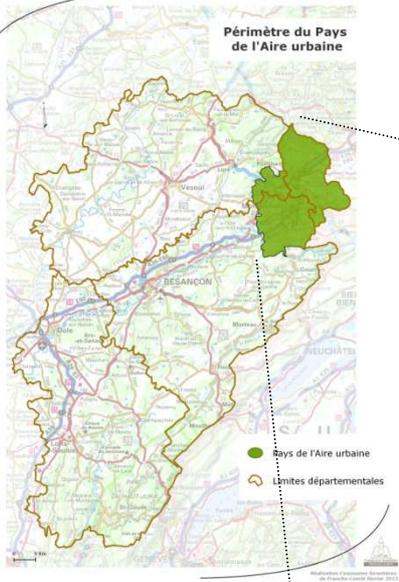
L'Aire urbaine compte 308 666 habitants (INSEE, 2010) avec une densité de l'ordre de 250 hab / km<sup>2</sup>, ce qui en fait le premier bassin démographique sur l'axe Strasbourg/Lyon.

Au niveau institutionnel, le périmètre de l'Aire urbaine compte :

➤ **12 EPCI :**

- Communauté de l'Agglomération Belfortaine (CAB) ;
- Pays de Montbéliard Agglomération (PMA) ;
- Communauté de communes du Pays d'Héricourt ;
- Communauté de communes du Sud Territoire ;
- Communauté de communes du Tilleul ;
- Communauté de communes de la Bourbeuse ;
- Communauté de communes du Pays sous vosgien ;
- Communauté de communes de la Haute-Savoireuse ;
- Communauté de communes des Balcons du Lomont ;
- Communauté de communes des 3 Cantons ;
- Communauté de communes de la Vallée du Rupt ;
- Communauté de communes du Pays de Pont de Roide, depuis le 01/01/2013.

➤ **199 communes.**



Population : 308 666 habitants  
 Superficie : 1 234,05 km<sup>2</sup>  
 Densité : 250 habitants / km<sup>2</sup>  
 Nombre de communes : 199

Source : INSEE, 2010

- Communauté de communes
- Communauté d'agglomération
- Limites départementales
- Périmètre Pays (à partir du 01/01/2013)

Le Syndicat mixte de l'Aire urbaine Belfort-Montbéliard-Héricourt-Delle (SMAU) est la structure porteuse du Pays de l'Aire urbaine.

10 collectivités sont membres de plein droit du SMAU :

- Conseil général du Territoire de Belfort ;
- Conseil général du Doubs ;
- Conseil général de la Haute-Saône ;
- Pays de Montbéliard Agglomération (PMA) ;
- Communauté de l'Agglomération Belfortaine (CAB) ;
- Communauté de communes du Pays d'Héricourt ;
- Communauté de communes du Sud Territoire ;
- Ville de Belfort ;
- Ville de Montbéliard ;
- Ville d'Héricourt.

Le SMAU, de par son rôle de coordinateur des initiatives publiques, a permis l'aboutissement de nombreux projets majeurs dans le Nord Est Franche-Comté. Ses compétences lui permettent également de réaliser des études afin d'appréhender et d'anticiper les mutations de ce territoire, en veillant à l'équilibre rural - urbain.

Le SMAU s'est notamment engagé dans l'aménagement numérique de l'ensemble de son territoire à travers, en particulier, le projet de Boucle locale haut débit (BLHD).

#### **UNE PERSPECTIVE POLITIQUE : UNE ENTITE UNIQUE A L'HORIZON 2020**

Depuis 2011, les collectivités de l'Aire urbaine, réunies au sein du Syndicat mixte de l'Aire urbaine Belfort-Montbéliard-Héricourt-Delle, sont engagées dans une nouvelle dynamique de coopération avec un objectif politique majeur : l'émergence à l'horizon 2020 d'une seule entité intercommunale à l'échelle du Nord Est Franche-Comté (NEFC).

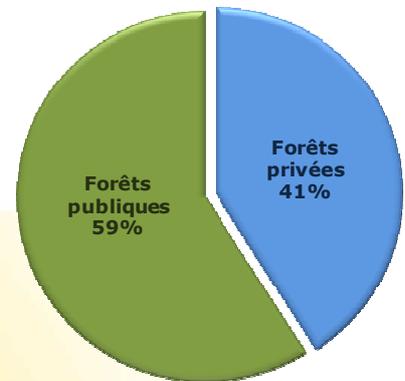
Dans cette perspective, 5 thématiques de travail, pilotées par les principaux élus du SMAU, ont ainsi été mises en place afin de favoriser la convergence des idées autour d'un projet partagé : Economie et Formation, Transport et Mobilité, Santé, Culture et enfin, Attractivité et Cadre de vie.

Cette dernière thématique est pilotée par MM. Jacques ABRY, Vice-Président de la Communauté de communes du Pays d'Héricourt et Bernard LACHAMBRE, Membre du Conseil communautaire de Pays de Montbéliard Agglomération.

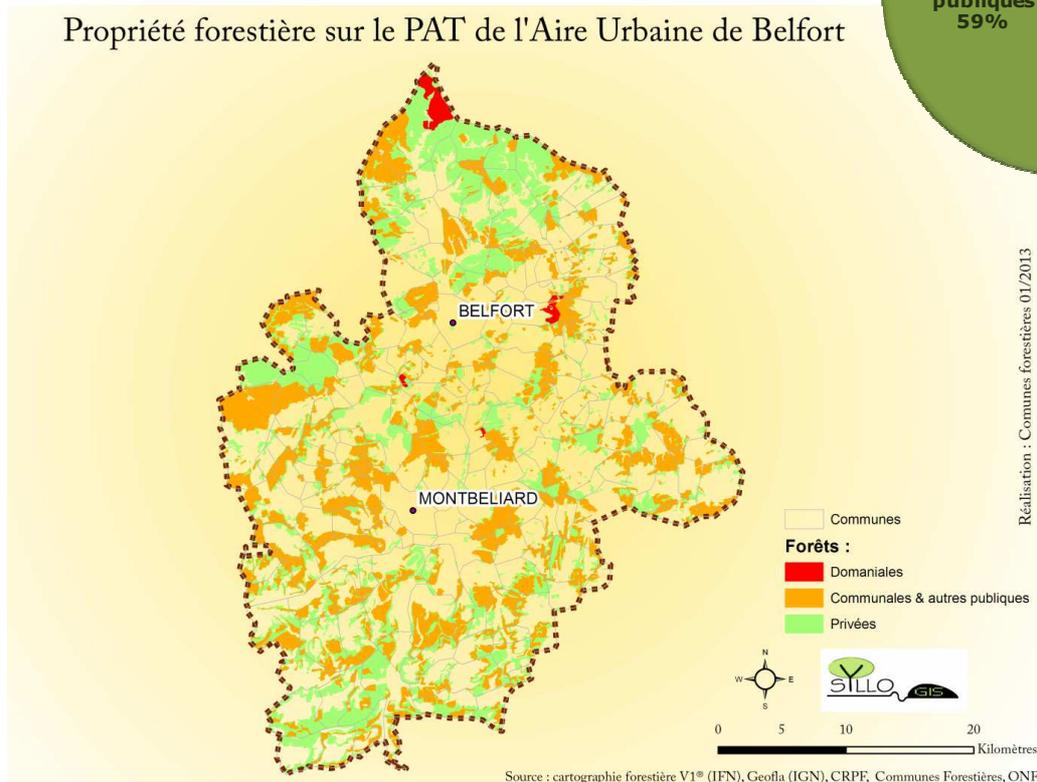
## 1.2 Présentation de la forêt du territoire

La forêt du pays de l'Aire urbaine couvre 56 800 ha soit 44 % du territoire. Les forêts publiques sont majoritaires puisqu'elles représentent 59 % de cette surface forestière (soit 33 500 ha contre 23 300 ha de forêts privées).

**56 800 ha de forêts**

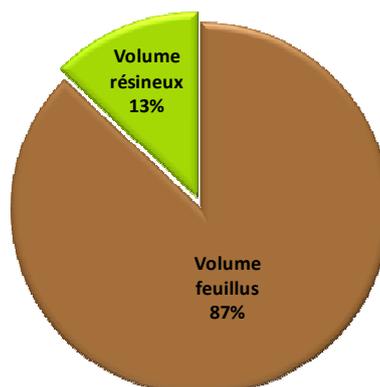


Propriété forestière sur le PAT de l'Aire Urbaine de Belfort



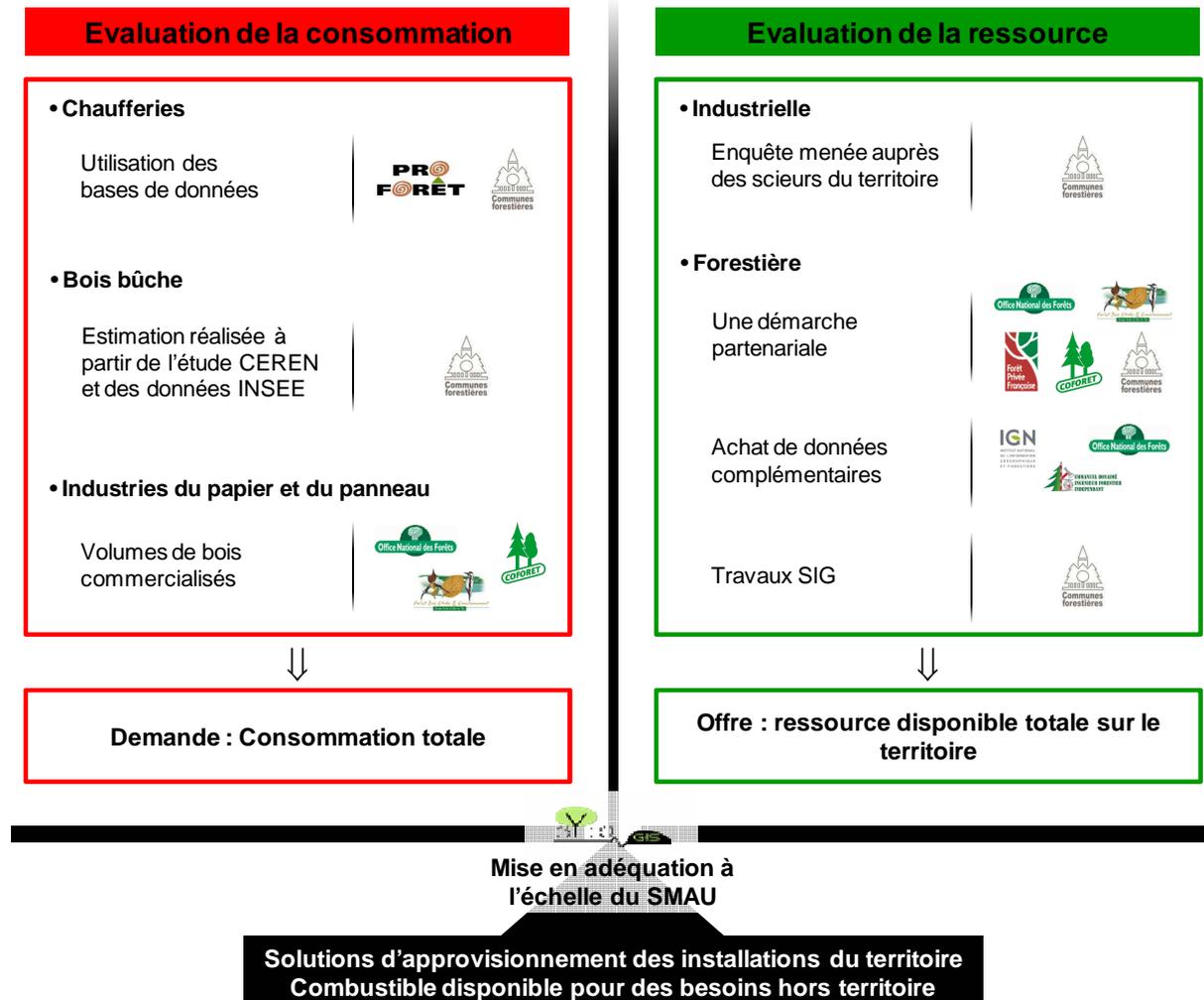
Enfin, les peuplements forestiers de ce territoire sont très largement feuillus (87 % du volume de bois sur pied de l'aire urbaine est constitué d'essences feuillues).

**15 057 000 m<sup>3</sup> de bois sur pied**



## 2. Méthode

Le PAT est réalisé grâce à une collaboration entre l'ensemble des partenaires techniques, notamment forestiers, de la filière bois-énergie (ONF, CRPF, coopératives forestières, communes forestières, transformateurs, entrepreneurs de travaux forestiers). Rassemblés au sein du comité d'expertise, ces partenaires ont défini les hypothèses de travail et calibré les paramètres de calcul garantissant une mobilisation de la ressource en accord avec la gestion durable de la forêt.



Les 3 objectifs du plan d'approvisionnement territorial :

- mettre en parallèle la consommation et la ressource mobilisable,
- définir, localiser et dimensionner les équipements de stockage à mettre en place,
- précibler de façon optimale les équipements pour une mobilisation du bois accrue.

Pour cela le plan d'approvisionnement territorial détaille :

- la demande (à court terme),
- les ressources disponibles,
- les solutions logistiques envisageables,
- le coût de production de la plaquette forestière selon les scénarii logistiques choisis,
- les volumes de combustible disponibles pour alimenter des demandes extérieures, une fois les besoins du territoire assurés.

### 3. Evaluation de la consommation

#### 3.1 Consommation des chaufferies collectives et privées

Liste des chaufferies et projets de chaufferies (fonctionnant aux plaquettes forestières) sur le Pays de l'Aire urbaine<sup>1</sup> :

COMMUNE	ANNEE	TYPE_MO	ETAT	PUISSANCE (KW)	CONSOMMATION (T)
ALLONDANS	2004	Privée	Fonctionnement	50	40
AUDINCOURT		Publique	Projet	0	0
AUDINCOURT	2007	Privée	Fonctionnement	35	0
BADEVEL	2010	Privée	Fonctionnement	0	15
BELFORT		Publique	Projet	3000	0
BELFORT	2012	Publique	Fonctionnement	300	300
BELFORT	2004	Publique	Fonctionnement	1200	1100
BELFORT	2001	Publique	Fonctionnement	1200	1600
BEUTAL	2007	Publique	Fonctionnement	70	50
BLAMONT		Publique	Projet	900	840
CHAMPEY	2010	Publique	Fonctionnement	570	300
COISEVAUX		Publique	Projet	250	0
COLOMBIER Fontaine		Publique	Projet	0	0
DELLE	2003	Publique	Fonctionnement	900	1200
DELLE	2008	Publique	Fonctionnement	1000	800
DESANDANS	2006	Privée	Fonctionnement	55	20
ECHENANS sous M-V		Publique	Projet	0	0
ETUEFFONT	2007	Publique	Fonctionnement	150	100
ETUEFFONT	2007	Publique	Fonctionnement	300	250
EXINCOURT	2012	Privée	Fonctionnement	180	0
FOUSSEMAGNE	2007	Publique	Fonctionnement	80	0
FOUSSEMAGNE	2006	Privée	Fonctionnement	30	0
GIROMAGNY	2003	Publique	Fonctionnement	100	50
HERICOURT	2007	Publique	Fonctionnement	1500	900
HERIMONCOURT		Publique	Projet	0	0
ISSANS		Privée	Fonctionnement	0	15
LAIRE	2004	Privée	Fonctionnement	35	30
LOUGRES		Privée	Fonctionnement	60	30
MANDEURE	2013	Publique	Projet	0	0
MEZIRE	2004	Privée	Fonctionnement	55	30

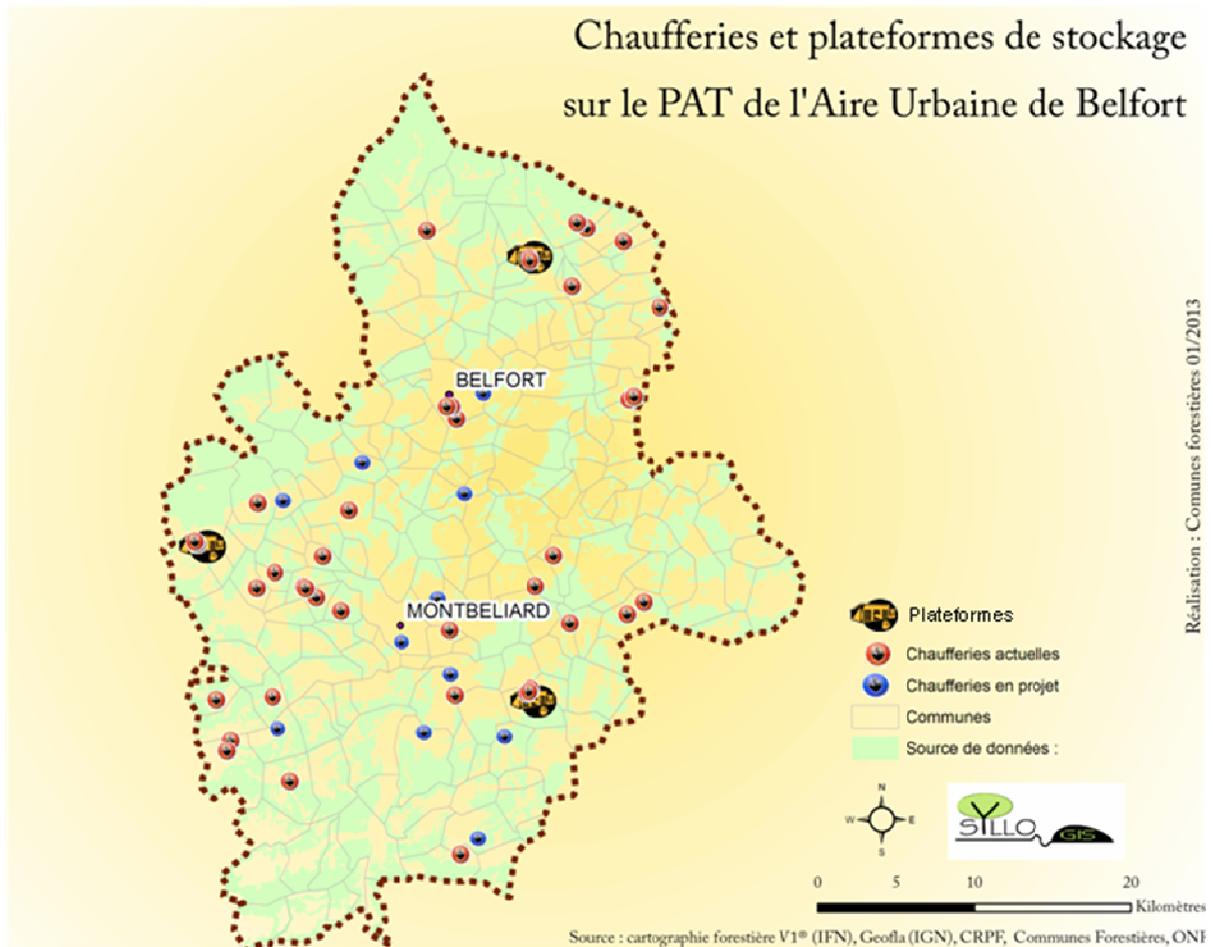
<sup>1</sup> Plusieurs projets au stade de réflexion n'apparaissent pas dans cette liste. Pourront donc être ajoutés, en fonction de leur avancement, les projets autour du centre aquatique de PMA à Sochaux (Citédo), et de l'écoquartier à Vieux-Charmont.

Montbéliard-Sochaux		Publique	Projet	1500	1300
MORVILLARS	2006	Privée	Fonctionnement	100	20
PETITEFONTAINE	2008	Privée	Fonctionnement	85	80
PIERREFONTAINE les Bl.	2005	Privée	Fonctionnement	150	100
RAYNANS	2003	Privée	Fonctionnement	30	20
RAYNANS	2011	Publique	Fonctionnement	80	40
ROUGEMONT le Ch.	2010	Privée	Fonctionnement	360	300
ROUGEMONT le Ch.	2005	Privée	Fonctionnement	55	40
SAULNOT	1998	Publique	Fonctionnement	180	200
SAULNOT		Privée	Fonctionnement	0	20
SEMONDANS	2005	Privée	Fonctionnement	25	10
St GERMAIN le Ch.	2010	Publique	Fonctionnement	120	100
St MAURICE Colombier	2009	Publique	Fonctionnement	35	20
St MAURICE Colombier	2009	Publique	Fonctionnement	70	30
TREVENANS	2015	Publique	Projet	2000	0
VANDONCOURT	2006	Publique	Fonctionnement	140	120
VANDONCOURT	2009	Publique	Fonctionnement	35	10
VANDONCOURT	2005	Privée	Fonctionnement	35	20
VAUTHIERMONT	2005	Privée	Fonctionnement	55	30
VIEUX-CHARMONT		Publique	Projet	0	450
VILLARS sous Ecot	2010	Publique	Fonctionnement	80	50

Le tableau ci-dessous synthétise la consommation totale des chaufferies à l'échelle du territoire :

	Puissance (MW)	Consommation en plaquettes forestières (Tonnes)
Actuel	9,5	8 040
A l'horizon 2015	17,2	10 630

La carte ci-après illustre la localisation des chaufferies en fonctionnement et en projet, ainsi que les plates-formes de stockage sur le Pays de l'Aire urbaine.



### 3.2 Consommation de bois bûche

Selon l'étude CEREN (2006) et les chiffres INSEE concernant le logement sur le Pays de l'Aire urbaine, 29 800 logements seraient équipés d'un système de chauffage utilisant le bois bûche (chaudière, cheminée ou poêle). Cumulé, l'ensemble de ces installations consomment 394 500 stères de bois par an.

La **consommation annuelle de bois bûche** représente potentiellement **177 500 tonnes/an**.

Cela dit, les chiffres de l'étude CEREN utilisés pour cette estimation sont des moyennes régionales appliquées au territoire à partir des données INSEE. Or, le Pays de l'Aire urbaine présente une particularité marquée au sein de la région Franche-Comté avec un contexte urbain prépondérant sur le territoire (23 % des logements franc-comtois se situent sur le Pays de l'Aire urbaine). Par conséquent, il est fort probable que ce chiffre surestime le besoin réel en bois bûche émanant de ce territoire. Le choix de cette méthode et de l'affichage de ce chiffre permet de s'acquitter des flux de bois bûche non-évaluable et de tenir compte du besoin du territoire en répondant au principe de précaution.

*Note : Le volume de bois mobilisé sous forme de bois bûche depuis les forêts de l'Aire urbaine s'élève à 71 500 tonnes/an en forêts publiques et 2 100 tonnes/an en forêts privées gérées par les coopératives<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup> Ces chiffres sont issus des bases de données de commercialisation de l'ONF et des coopératives forestières (moyenne des 10 dernières années).

### 3.3 Consommation des industries du papier et du panneau.

Le volume de bois provenant du territoire du Pays de l'Aire urbaine et destiné à l'approvisionnement des industries du papier et du panneau est renseigné à partir des données de commercialisation des gestionnaires des forêts publiques et privées (ONF et coopérative).

Le volume prélevé sur le territoire et destiné aux **industries du papier** (principalement Golbey) **et du panneau** (Compagnie française du panneau et Swedspan) représente **37 100** tonnes/an.

## 4. Evaluation de la ressource

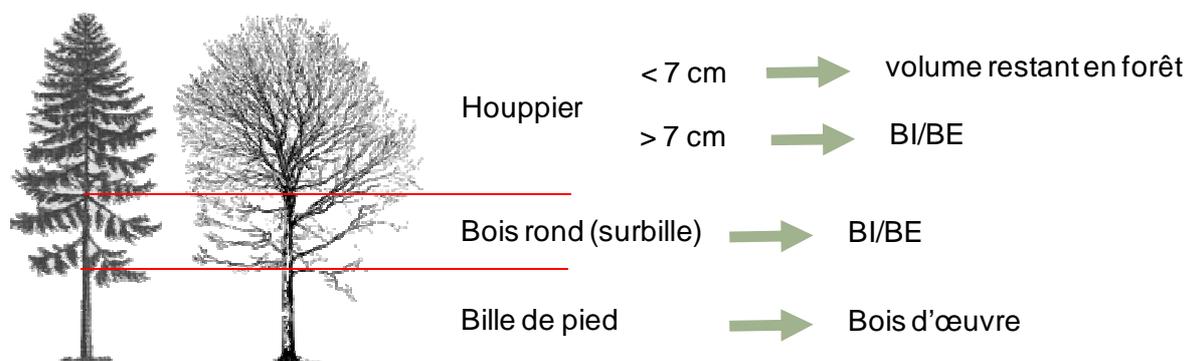
### 4.1 Ressource forestière

**Ressource forestière énergisable et mobilisable** (en bois énergie et bois industrie)

**256 500 tonnes/an**

- valorisée sur le territoire sous forme de bois bûche **177 500 tonnes/an**
- valorisée sur le territoire dans les chaufferies existantes/projets **8 000 tonnes/an**
- valorisée à l'extérieur du territoire (papier/panneau) **37 100 tonnes/an**
- disponible **34 000 tonnes/an**

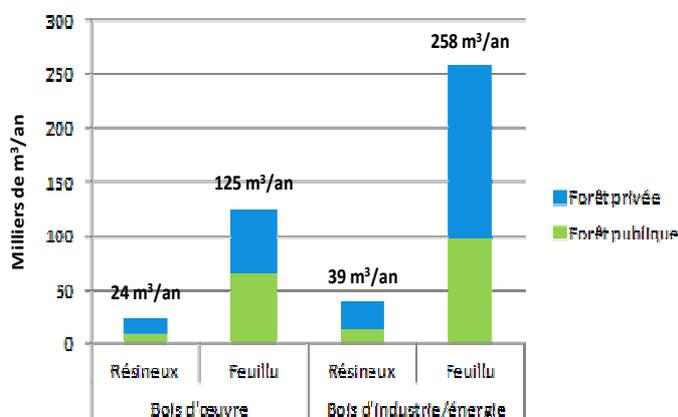
L'estimation de la ressource bois énergisable<sup>1</sup>, disponible annuellement, prend en compte la part de biomasse laissée en forêt afin de permettre la régénération des sols ainsi que les zones à enjeux environnementaux. Aussi, la mobilisation de cette ressource bois énergie disponible ne remet pas en cause la gestion durable des forêts.



Le volume annoncé comprend l'ensemble de la ressource disponible, y compris la partie qui, à l'heure actuelle, est non-économiquement exploitable. Ceci a pour but de rendre le PAT évolutif et actualisable. Les paramètres définissant les conditions de mobilisation pouvant être modulés selon le choix des décideurs publics et selon le contexte du marché.

28 % de cette ressource énergisable provient des houppiers et rémanents résultant de la mobilisation du bois d'œuvre et 72 % des bois ronds qui peuvent être des surbilles (liées également à l'exploitation du bois d'œuvre) ou des produits issus d'opérations sylvicoles d'amélioration des peuplements. Les filières bois d'industrie/bois énergie et bois d'œuvre sont donc fortement imbriquées et complémentaires, mais en aucun cas concurrentielles.

Environ les deux tiers de la ressource mobilisable annuellement en bois énergie se



<sup>1</sup> Les mêmes produits, bois ronds, peuvent être utilisés pour le bois industrie et le bois énergie. Les produits des houppiers sont utilisés pour le bois énergie (bois bûche ou plaquettes).

situé en forêt privée et 90 % proviennent d'essences feuillues.

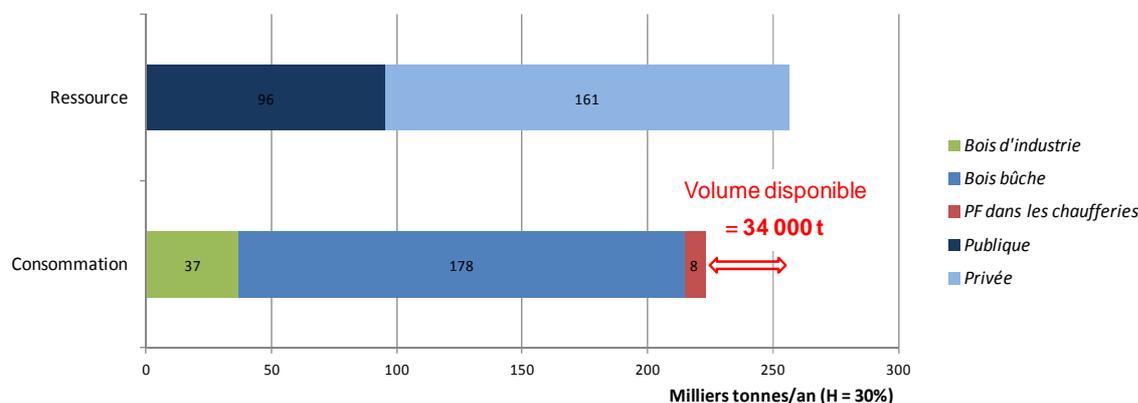
#### 4.2 Ressource industrielle

L'ensemble des produits connexes de scieries valorisables en chaufferies sont actuellement déjà valorisés par la filière papier/panneau ou autoconsommés (chaufferie sur le site de l'entreprise). Cependant, certains acteurs se sont dits intéressés par une autre valorisation que représenterait la filière bois énergie.

La scierie de Badevel a notamment exprimé sa volonté d'étendre son activité à la production de plaquettes forestières. Celle-ci s'ajouterait à la production de connexes liés à la transformation du bois d'œuvre.

## 5. Besoin, ressource et coûts de mobilisation du bois énergie

### 5.1 Les chaufferies pourront-elles s'approvisionner localement ?



La comparaison de la ressource et des consommations du Pays de l'Aire urbaine faite ci-dessus montre que la ressource forestière est suffisante pour approvisionner l'ensemble des chaufferies du territoire à l'horizon 2015 sans remettre en cause l'approvisionnement actuel des industries du bois (panneautiers et papetiers) et en garantissant 100 % des besoins en bois bûche<sup>1</sup> sur le territoire.

Si toute la ressource forestière disponible annuellement est mobilisée, les quantités de bois disponibles, soit sans débouchés actuels sur le territoire pour le bois énergie ou le bois d'industrie, atteignent 34 000 tonnes/an<sup>2</sup>.

Cependant, ce volume considère une ressource qui n'est pas, au vu des prix actuels du marché, économiquement mobilisable. Il est donc nécessaire de connaître les coûts de mobilisation des plaquettes forestières, et leur composition. Cela doit permettre de définir un coût de mobilisation maximum souhaité par les décideurs publics et d'évaluer la ressource mobilisable correspondant à ce bornage.

### 5.2 Un approvisionnement local, à quel coût ?

Le prix de revient moyen de la plaquette forestière calculé sur le territoire est de **77 €/tonne rendue chaufferies** à 30 % d'humidité. Ce prix correspond au coût de production (exploitation des bois, broyage, séchage et transport) augmenté du prix d'achat du bois sur pied (prix matière validé par le comité technique et de pilotage) soit de **6 €/tonne verte** (humidité = 45 %). Ce prix correspond au 2<sup>ème</sup> scénario décrit ci-dessous.

**2 scénarii** ont été testés pour le calcul des coûts de la plaquette forestière :

#### N° 1 : alimentation en flux tendu.

Ce scénario peut être envisagé pour l'approvisionnement des chaufferies de forte puissance (> 1 MW) et des projets de cogénération. En effet, ces installations permettent l'utilisation de plaquettes « humides » et ne

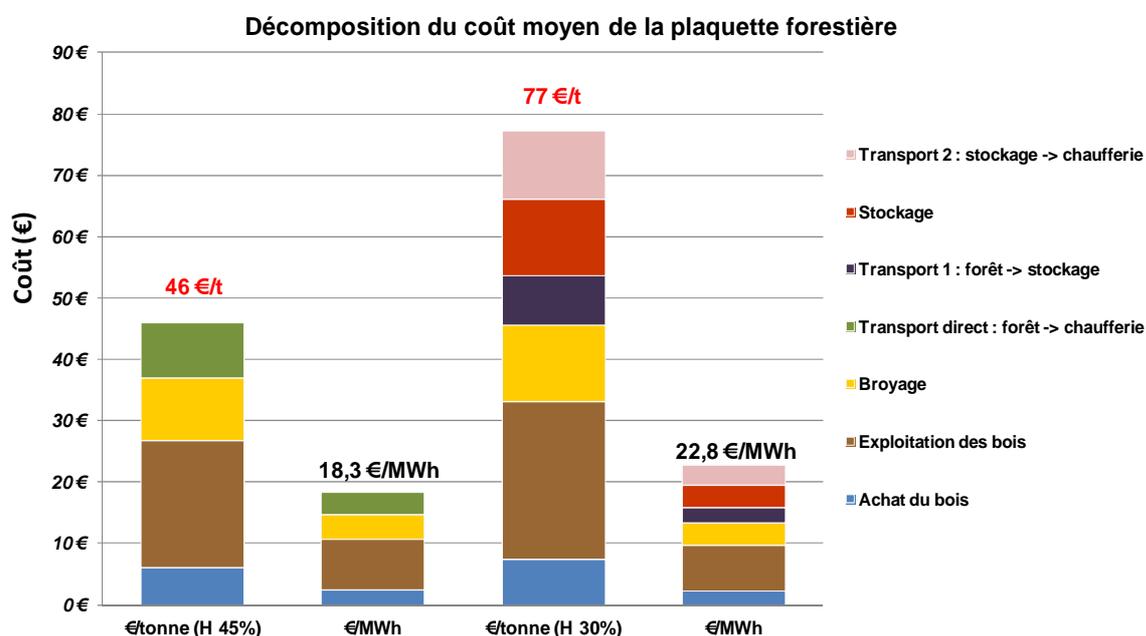
<sup>1</sup> Rappel : le besoin en bois bûche émanant du territoire est surestimé par l'approche utilisée. Par ailleurs, les flux de matière avec les territoires voisins ne sont pas pris en compte (le PAT du Pays des Vosges saônoises a souligné les exportations de bois à destination du Pays de l'Aire urbaine notamment sous forme de bois bûche.

nécessitent pas de séchage, donc de stockage intermédiaire. Ce scénario permet de constater l'impact de l'étape supplémentaire de stockage/séchage sur le prix de la plaquette.

**N° 2 : stockage intermédiaire avec utilisation de la capacité de stockage des plates-formes actuelles fonctionnant sur l'Aire urbaine.**

Ce scénario convient à l'approvisionnement des plus petites unités (chaufferies collectives publiques et privées d'une puissance inférieure à 1 MW). Le séchage sous hangar permet en effet de ramener l'humidité des plaquettes forestières à 30 %.

Le graphique ci-dessous montre la décomposition du coût total correspondant aux deux scénarii en fonction des différents postes (achat du bois sur pied, exploitation, déchiquetage, stockage éventuel et transport).

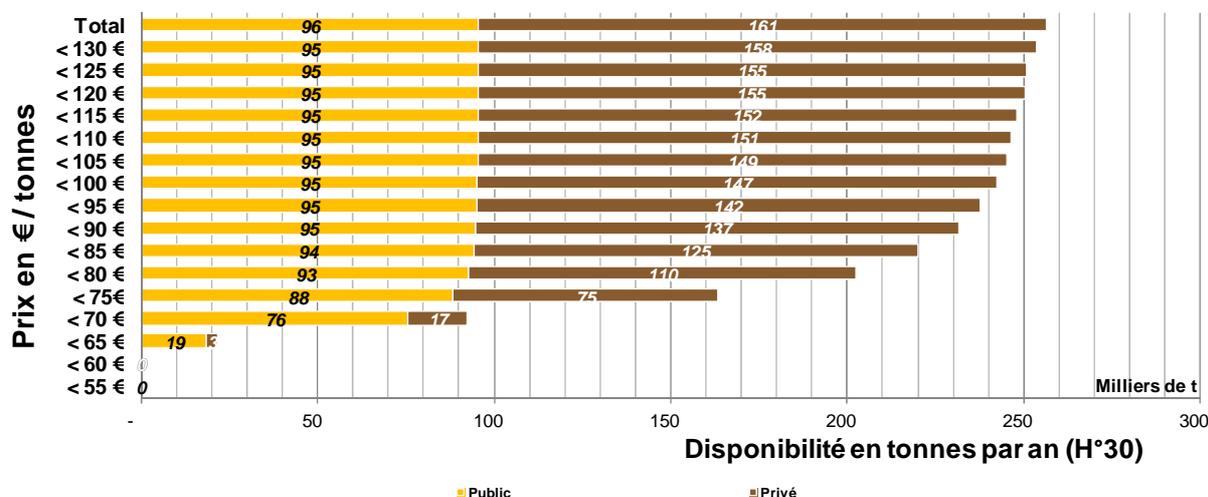


Le coût de mobilisation de la plaquette forestière n'est évidemment pas le même sur l'ensemble du territoire. Celui-ci varie principalement en fonction :

- ⇒ des conditions donc des coûts d'exploitation
- ⇒ des distances de transport
- ⇒ des prestations nécessaires (broyage, stockage)
- ⇒ du prix de la matière première : le bois

Ainsi, sur certains secteurs (présentant des enjeux environnementaux forts par exemple) le bucheronnage manuel et le débusqueur vont s'imposer. Ceci va augmenter les coûts d'exploitation et de fait le prix de la plaquette. Le PAT permet d'estimer les variations du coût de la plaquette forestière sur l'ensemble du territoire. Aussi, si on décompose la ressource mobilisable par tranches de prix, on obtient la répartition suivante :

### Production potentielle de plaquettes forestières par classe de prix



Ce graphique montre notamment que **80 % de la ressource sont mobilisables à un coût inférieur à 80 €/tonne** (prix d'achat du bois compris). Enfin, pour mobiliser 100% de la ressource, il faudrait être prêt à acheter des plaquettes forestières valant plus de 130 €/t.

Ce graphique montre également que pratiquement la totalité de la ressource provenant des forêts publiques est accessible à coût inférieur à 90 €/tonne.

### 5.3 Mobiliser plus de bois tout en protégeant mieux la biodiversité

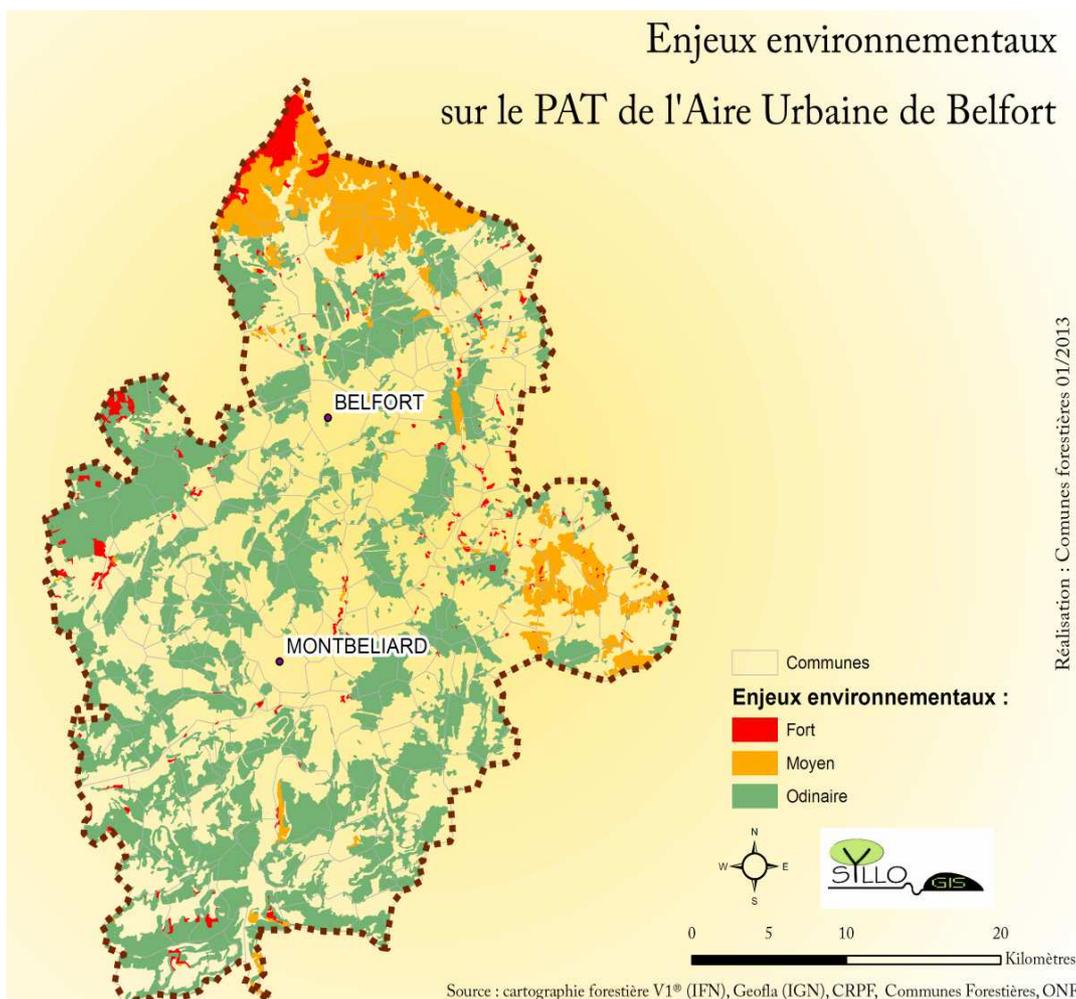
Les enjeux environnementaux et les mesures de protection ont été pris en compte selon quatre modalités :

- **Zones à enjeux environnementaux très forts** : réserves biologiques intégrales, îlots de sénescences, îlots Natura 2000 ;
- **Zones à enjeux environnementaux forts** : arrêtés préfectoraux de protection de biotope, réserves biologiques dirigés, bordures de cours d'eau ;
- **Zones à enjeux environnementaux moyens** : Natura 2000, ZNIEFF de type I et II ;
- **Zones à enjeux environnementaux normaux**, intégrant les objectifs de gestion durable

Le PAT permet d'intégrer, dans une perspective de mobilisation accrue des bois, les enjeux liés à la biodiversité. Prendre en compte ces facteurs ne revient pas à proscrire l'exploitation forestière. Parfois, comme c'est le cas pour les sites protégés au titre du maintien de l'ouverture des espaces et des paysages, la récolte de bois énergie peut constituer un moyen d'entretien ou de réhabilitation en contenant la colonisation forestière.

Pour la préservation optimale de la biodiversité, il est important qu'une surface forestière soit conservée en l'état. Même si le PAT ne délimite pas de zone spécifique pour une non-intervention, il rappelle l'importance de définir ces zones de préservation.

La carte ci-dessous représente les zones à enjeux environnementaux.

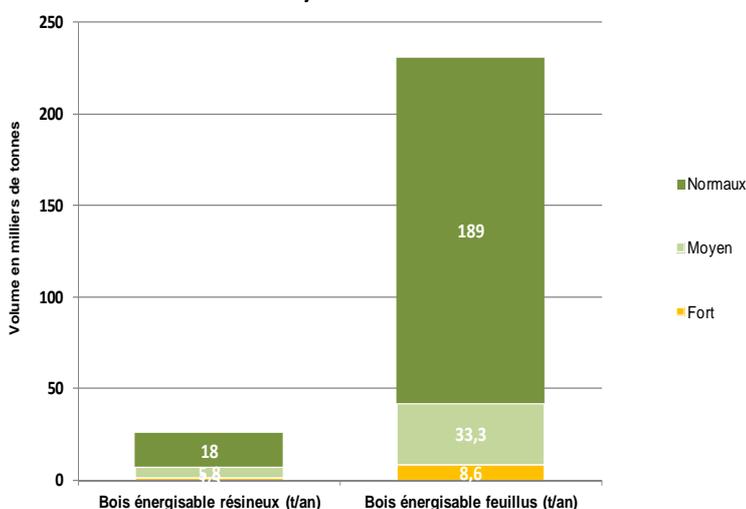


Concrètement, le classement en zones à enjeux environnementaux forts implique d'adapter les conditions d'exploitation (mécanisation ou manuelle) et ne rend pas prioritaire les efforts pour la mobilisation des bois (routes, pistes ou place de dépôts, etc.) dans ces mêmes zones. Le classement en zone à enjeu environnemental moyen n'a pas de conséquence particulière sur les modes d'exploitation ou les projets de desserte. Simplement, les volumes qui y sont mobilisables sont clairement identifiés.

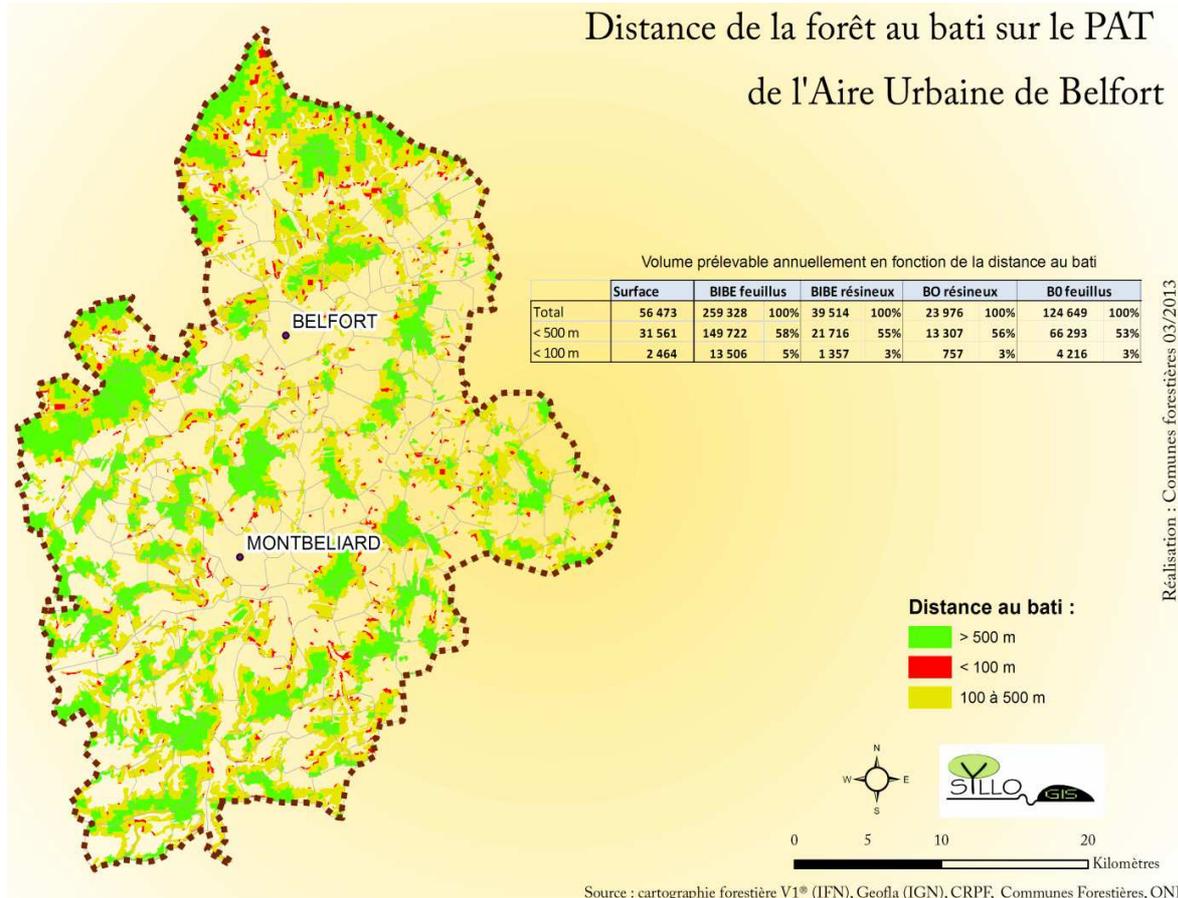
**80 % des volumes en bois-énergie disponibles sur le territoire sont concentrés dans des zones à enjeux environnementaux normaux.**

#### 5.4 Un contexte particulier lié à l'impact urbain

Répartition des volumes de bois énergisables en fonction de l'importance des enjeux environnementaux



Près d'un quart des logements franc-comtois se situant sur le territoire de l'Aire urbaine, l'impact urbain sur la mobilisation des bois est inévitable. La carte ci-dessous souligne la proximité entre la forêt et le bâti. 2 464 ha de surfaces boisées sont impactés directement par la proximité urbaine. Ces surfaces regroupent environ 13 000 tonnes de bois énergisables. Un peu plus de la moitié de la surface forestière de l'Aire urbaine se situe à moins de 500 m de zones habitées ce qui représente environ les deux tiers de la ressource (150 000 tonnes de bois énergisable).



## 6. Optimisation de la logistique

### 6.1

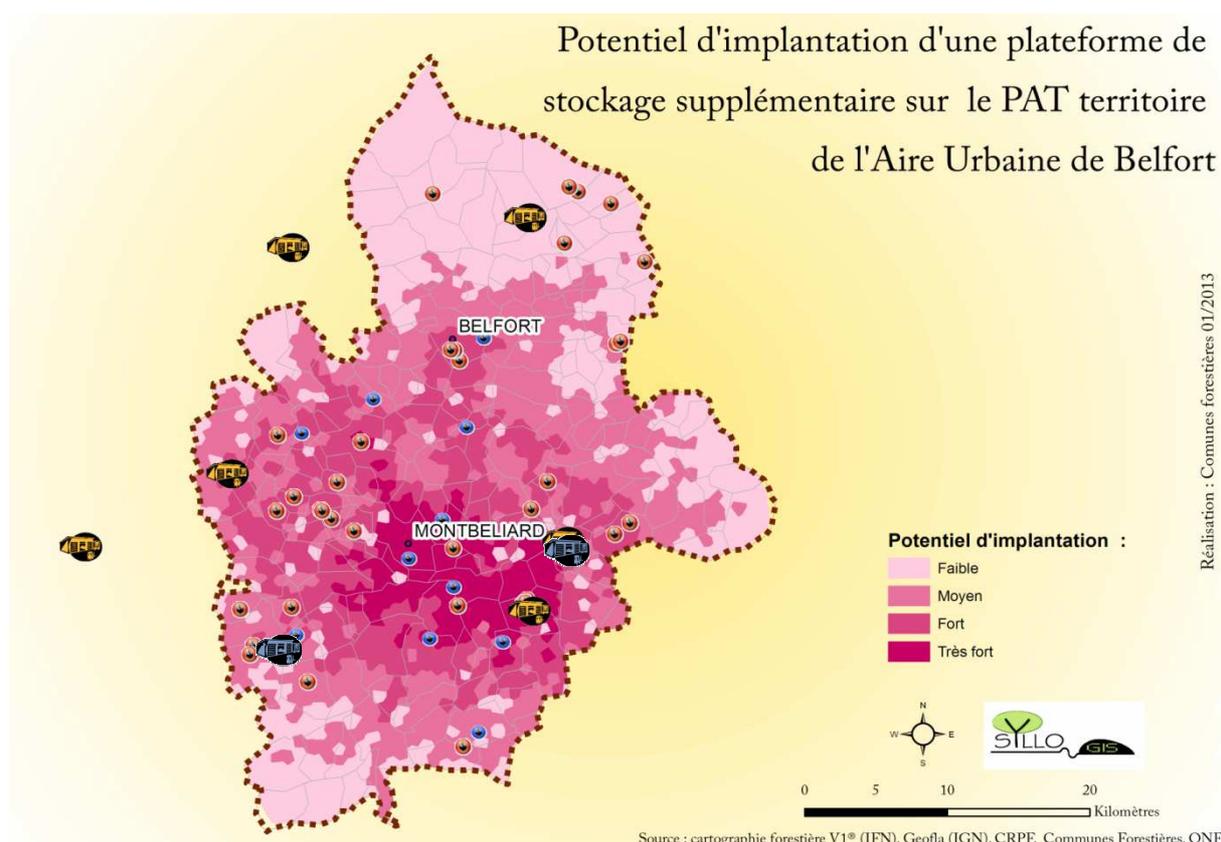
### 6.2 Equipements de stockage

Le territoire de l'Aire urbaine compte actuellement 3 plateformes de stockage pour une capacité de stockage cumulée de 4 850 tonnes de plaquettes par an. Si l'on considère l'ensemble des consommations des chaufferies nécessitant un séchage des plaquettes<sup>1</sup> du Pays, ces équipements couvrent le besoin total en volume de stockage (3 700 tonnes actuellement, 4 600 tonnes en prenant en compte les projets recensés).

Cependant, sur ces trois plateformes deux sont de petite dimension et dédiées, et la troisième située au nord du territoire est excentrée. Ceci rend difficile l'approvisionnement des chaufferies dans les parties sud et médiane du territoire compte tenu des distances et par conséquent des coûts de transport.

La carte ci-dessous indique la localisation optimale d'une plateforme supplémentaire sur le territoire en tenant compte de :

- la localisation de la ressource,
- la localisation et la consommation des chaufferies,
- la proximité des plateformes présentes sur les territoires voisins,
- les conditions de transport.

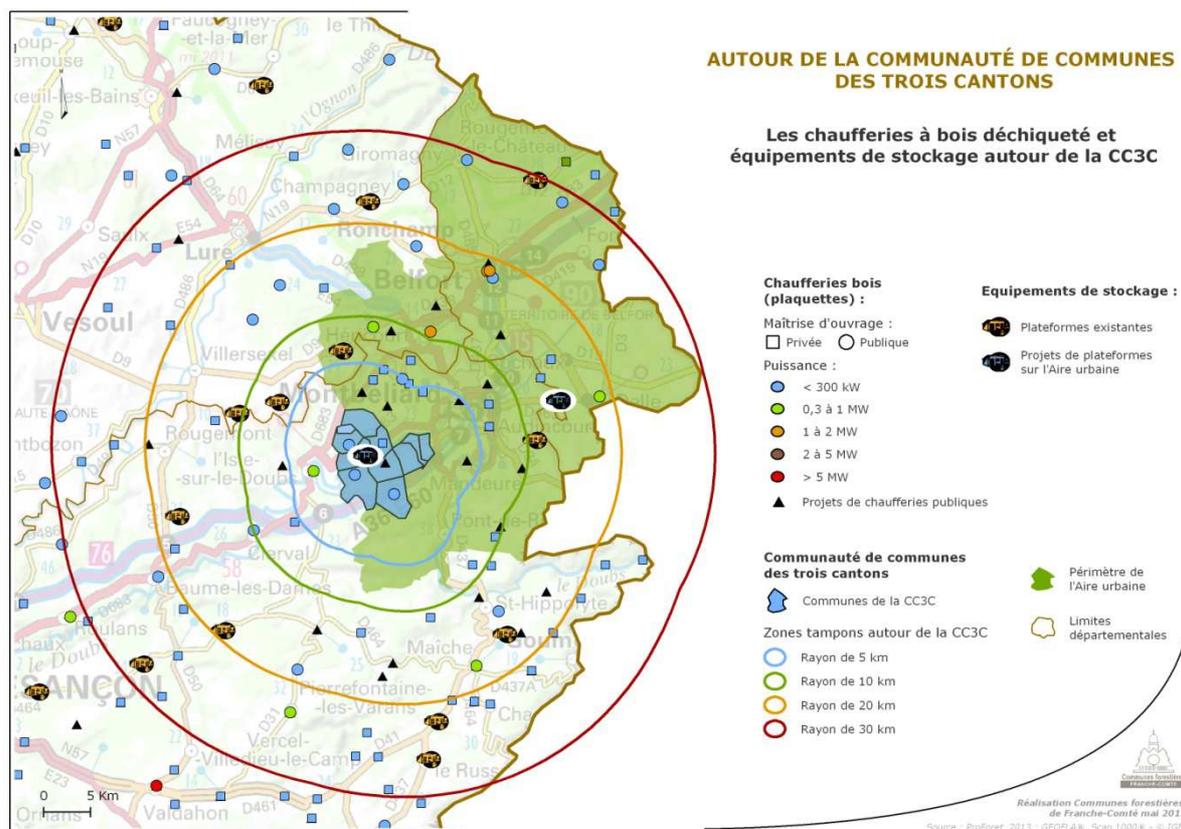


<sup>1</sup> Les chaufferies de forte puissance (> 1 MW) peuvent brûler de la plaquette verte (H = 45 %). A *contrario*, des chaufferies de puissance plus modeste nécessite une plaquette dont l'humidité est inférieure à 30 % pour optimiser leur rendement et une granulométrie calibrée. Ceci implique un passage de la plaquette par une plateforme de stockage.

Sur cette carte apparaissent également deux projets d'équipement de stockage en cours de réflexion. Les potentiels maîtres d'ouvrage de ces projets sont la Communauté de communes des trois cantons et la scierie de Badevel.

### 6.3 Projet de plateforme de la Communauté de communes des trois cantons

Un travail particulier a été mené autour du projet de la Communauté de communes des trois cantons. Celle-ci étant maître d'ouvrage de 4 chaufferies bois, consommant 150 tonnes de plaquettes forestières par an, s'est interrogée sur l'opportunité d'intégrer au dimensionnement de leur projet les besoins des chaufferies sur les territoires périphérique. Aussi, la carte suivante montre la localisation des chaufferies et leur dimension, ainsi que les équipements de stockage existant autour de la Communauté de communes des trois cantons.



### 6.4 Projet de plateforme de la Scierie de Badevel

#### 6.5

L'objectif premier de la scierie de Badevel est de valoriser des produits bois secondaire résultant de l'achat de coupe sur pied et non valorisés en sciage. Par ailleurs, le groupe suisse *Corbat Holding SA*, propriétaire de la scierie, a d'ores et déjà des retours d'expériences dans la production de plaquettes forestières<sup>1</sup> mettant en scènes transformateur, propriétaires forestiers publics et privés, et collectivités maîtres d'ouvrage de chaufferies, dans un schéma partenarial. C'est avec cette volonté de mettre en place une relation viable et étroite entre les différents acteurs du bois énergie de l'Aire urbaine que la scierie de Badevel envisage son projet. Ainsi, la scierie pourra proposer des prestations de stockage-séchage pour les collectivités souhaitant utiliser le bois de leur forêt pour alimenter leur chaufferie.

<sup>1</sup> Il s'agit d'une activité complémentaire de la scierie d'où l'appellation de plaquettes forestières. Les produits connexes résultant de l'activité de sciage étant déjà valorisé par d'autre biais (industries du papier et du panneau nécessitant une plaquette sans écorce).

Le volume de stockage envisagé est de 2 500 tonne/an dans un premier temps, puis 5 000 tonnes/an à terme. Cependant, pour voir le jour ce projet devra reposer sur un engagement fort tant à l'amont qu'à l'aval de la filière bois énergie.

La localisation de ce projet se trouve être particulièrement pertinente à l'échelle de l'Aire urbaine puisqu'il compléterait parfaitement le rayon d'approvisionnement de la plateforme existante d'Etueffont, aidé par la proximité d'axes routiers importants.

## Bilan et perspectives

### 1. Enseignements



#### 1.1 Approvisionnement des chaufferies bois du territoire

##### La consommation en bois-énergie du Pays de l'Aire urbaine

La consommation escomptée des chaufferies et réseaux de chaleur en fonctionnement et en projet (10 600 tonnes) ne représente que 4 % de la ressource totale en bois énergie disponible sur le territoire (256 500 tonnes). L'essor de ce réseau de chaufferie peut donc se poursuivre.

La consommation domestique sous forme de bois bûche représente des volumes importants (80 % des consommations de bois énergie du territoire). Il est difficile d'avoir une approche quantitative des flux de bois bûche étant donné que l'offre est très éclatée et que les circuits de distribution sont relativement opaques. Pour rappel, depuis 2011, la loi interdit la revente du bois d'affouage. Par ailleurs, une part de la production de bois bûche est importée des territoires limitrophes, notamment depuis le Pays des Vosges Saônoises. La relocalisation de cette filière permettrait de limiter les transports et par là-même de limiter la circulation de poids lourds et l'impact sur l'environnement.

La demande des industries du papier et du panneau en BI/BE représente également des volumes non négligeables bien que ces activités se trouvent sur des territoires voisins et non dans le périmètre de l'Aire urbaine (17 % des consommations de bois énergisables du territoire). La Franche-Comté compte deux panneautiers sur les Vosges Saônoises qui doivent sécuriser leurs approvisionnements pour assoir leur activité génératrice d'emplois locaux.

##### La ressource du Pays de l'Aire urbaine en bois énergie

Les produits connexes de scieries valorisables en chaufferies sont entièrement valorisés vers les filières du papier et du panneau (exclusivement à l'extérieur du territoire), ou autoconsommés par les entreprises équipées de chaufferie.

La ressource en bois énergie sylvicole est suffisante pour contenter l'ensemble des demandes actuelles et futures dans un avenir proche. Cependant, le volume de bois mobilisable variera selon les conditions d'exploitation. Pour la totalité de la ressource disponible en bois énergie, celle-ci se trouve majoritairement en forêt privée et presque exclusivement dans les forêts feuillues.

Le territoire de l'Aire urbaine pourra donc être autonome énergétiquement à condition de favoriser les échanges commerciaux entre les collectivités d'une part et entre les collectivités et les propriétaires forestiers publics et privés d'autre part. Un prix minimum pour la matière première est dans tous les cas nécessaire pour assurer la pérennité de la filière bois énergie du territoire.



## 1.2 Coûts de mobilisation de la plaquette

Le coût moyen de mobilisation de la plaquette forestière estimé par le PAT s'élève à 77 €/tonne rendue chaufferie (bois séché à H = 30 %).

La ressource énergisable disponible annuellement, sans entamer le capital sur pied et sans remettre en cause la gestion durable des forêts, est de 256 500 T/an. Néanmoins, toute cette ressource n'est pas pour le moment mobilisable à un coût compétitif.

80 % des volumes de plaquettes forestières peuvent être mobilisés à moins de 80 €/tonne, ce qui équivaut à une disponibilité de 200 000 tonnes de bois énergisable par an.



## 1.3 Equipement, desserte, environnement

### Les plateformes de stockage/séchage

Les chiffres montrent que les besoins en plaquettes sèches de l'Aire urbaine sont largement couverts par les équipements existant. Cependant, la modélisation met en avant un fort déséquilibre dans la couverture

### Enjeux environnementaux

Conformément au Grenelle de l'environnement, l'enjeu est de « mobiliser plus de bois en protégeant mieux la biodiversité ».

Les données du PAT montrent que 80 % de la ressource forestière mobilisable se trouvent dans des zones avec des enjeux environnementaux normaux, c'est-à-dire sans enjeu reconnu légalement. Cela dit même dans ces zones, la mobilisation des bois doit préserver la biodiversité ordinaire.

Le PAT permet de mettre en évidence l'impact du contexte urbain sur la mobilisation des bois sur ce territoire. Cela dit, la proximité du bâti ne doit pas remettre en cause l'exploitation des bois même si celle-ci devra la prendre en compte.

### Bilan socio-économique et bilan carbone

Au minimum, la filière bois énergie peut se limiter à garantir l'approvisionnement des chaufferies et réseaux de chaleur du Pays.

Dans ce cas, à court terme, la fourniture des 10 600 tonnes de plaquettes forestières que consommeront les chaufferies et réseaux de chaleur du pays en 2015 va générer le bilan suivant :

- l'entretien du patrimoine forestier local ;
- des économies pour les collectivités propriétaires de chaufferies bois ;
- 19,8 équivalents temps pleins locaux ;
- 13 400 tonnes de CO<sub>2</sub> évitées.

Le bilan carbone de la plaquette locale est de 16 g CO<sub>2</sub>/tonne de plaquette locale rendu chaufferie.

## 2. Perspectives

Le potentiel bois énergie du Pays et sa bonne accessibilité permet pleinement le développement de la grappe de chaufferies bois du territoire. Ceci est accentué par la proximité d'un territoire couvert par un Plan d'approvisionnement territorial ayant mis en avant sa forte capacité d'exportation notamment vers l'Aire urbaine.

Sur la base de ce travail, il revient dorénavant au territoire de définir les orientations à partir desquelles se structurera la filière bois énergie.

### **Promouvoir l'utilisation du bois énergie**

Au vu de ces éléments, le Pays de l'Aire urbaine peut envisager un développement de la filière bois énergie de façon à répondre aux enjeux identifiés notamment dans le cadre du Plan Climat Energie Territorial et participer à l'objectif régional d'un taux minimum de 32 %<sup>1</sup> de sa consommation énergétique faisant appel à des énergies renouvelables. Ceci suppose de poursuivre les actions de sensibilisation au bois énergie (plaquette d'information, journée d'information...), d'accompagner le développement de nouvelles chaufferies et de favoriser leur installation. Cette sensibilisation/accompagnement pourra se faire, dans un premier temps par des actions de présentation du PAT et de ses conclusions aux différentes intercommunalités du territoire. En effet, il est important que les potentiels porteurs de projets aient une bonne lisibilité de la filière bois énergie du territoire pour la comprendre et s'y impliquer.

Un travail complémentaire de recensement des chaufferies fonctionnant avec des énergies fossiles et devant être renouvelées peut-être envisagé pour soumettre aux maîtres d'ouvrage le choix du bois énergie.

La ressource en bois sur laquelle nous comptons pour lutter contre le réchauffement de la planète est certes abondante mais pas infinie, aussi il convient en complément de la substitution d'énergie fossile par le bois énergie de mettre en place une politique d'efficacité énergétique des bâtiments (maîtrise de la demande en énergie, isolation...). Certains projets du territoire tel que la maison des Vergers sur le Pays de Montbéliard agglomération en sont de parfaites illustrations.

### **Optimiser la logistique et sécuriser les approvisionnements**

A ce jour, le territoire peut s'appuyer sur trois plateformes dont la capacité de stockage couvre amplement les besoins des chaufferies en fonctionnement. Cependant, deux de ces plateformes sont de petites dimensions et n'approvisionnent que les chaufferies qui leur sont attachées. Le troisième équipement de forte capacité se trouve excentré sur le Pays et par conséquent peu efficace pour approvisionner les chaufferies de la partie sud du territoire. Le réseau d'équipement de stockage est donc à parfaire. Deux projets pourraient répondre à ce besoin. Des réflexions doivent être portées quant à l'accompagnement et le soutien à donner à ces projets. Aussi, l'implication et l'engagement des élus en réponse aux propositions faites par la scierie de Badevel devront être clairement définis pour que le partenariat entre cette entreprise, les propriétaires forestiers que sont les Communes forestières et les maîtres d'ouvrage publics de chaufferie, soit efficace.

Par ailleurs, pour que ces nouveaux équipements fonctionnent à leur optimum, il sera nécessaire d'implanter de nouvelles chaufferies bois s'alimentant auprès de ces approvisionneurs. Les schémas d'approvisionnement assurant un circuit court de la plaquette forestière *via* ces équipements, devront être identifiés.

### **Mobiliser la ressource**

En prenant en compte l'ensemble de la ressource disponible, le PAT a mis en évidence le fait que la ressource mobilisable en bois énergie se situe à 64 % en forêt privée et 36 % en forêt publique.

---

<sup>1</sup> Objectif du Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) de la Région Franche-Comté d'ici 2020

L'accès à cette ressource en forêt privée se heurte à différentes difficultés structurelles et particulièrement le morcellement de la propriété forestière privée. Un travail d'animation auprès des propriétaires doit être poursuivi de façon à améliorer les conditions de mobilisation du bois et sa commercialisation (bois d'œuvre et bois énergie lié) : actions de regroupements fonciers, problématique de la desserte, animation auprès des propriétaires privés. Des outils existent pour cela. Le Plan de Développement de Massif en fait partie. Parallèlement une réflexion devra être engagée, en liaison avec les représentants de la forêt privée, sur la capacité à intégrer la ressource en bois-énergie issue des actions de mobilisation dans le cadre de circuit court : contrats d'approvisionnement...

En ce qui concerne la forêt publique, un travail d'animation devrait être mis en place pour sensibiliser les propriétaires aux outils permettant d'écouler les produits d'une coupe (bois d'œuvre, bois d'industrie, bois-énergie) vers les filières locales de transformation (scieries, panneautiers, chaufferies). A titre d'exemple, il conviendrait de privilégier les ventes publiques pour commercialiser les belles qualités de chêne et d'utiliser les contrats d'approvisionnement pour écouler les qualités homogènes vers les entreprises de transformation du bois d'œuvre hêtre, du bois d'industrie et des chaufferies du territoire. Les producteurs et futurs producteurs de plaquettes forestières du territoire sont en attente du développement de contrat d'approvisionnement. Ces derniers leur permettent d'assurer leur activité en ayant une visibilité sur leur approvisionnement et d'assurer la proximité de la ressource de leurs équipements de stockage.

### 3. Au-delà des chiffres

La réalisation de ce plan d'approvisionnement territorial met en avant l'engagement volontaire des élus du Pays dans la filière bois énergie.

Le PAT a également souligné la disponibilité d'une ressource locale. Celle-ci permet de répondre aux besoins actuels du territoire et à un développement à venir raisonné. Le Pays et ses intercommunalités peuvent donc définir leur ambition quant à la valorisation de ce bois énergie. En définissant leur politique territoriale « bois énergie », les élus du Pays porteront un projet collectif qui devra être diffusé auprès des élus municipaux pour la forêt communale mais aussi auprès des propriétaires pour la forêt privée (une animation spécifique devra être envisagée pour faciliter la diffusion de cette politique et l'adhésion des acteurs locaux).

Les acteurs de la production forestière ont validé, en juillet 2011, lors d'un comité d'orientation forêt-bois de Franche-Comté, les cinq principes suivants pour développer les filières bois-énergie en Franche-Comté :

1. Connaître la ressource disponible et ses conditions de mobilisation en utilisant les moyens et méthodes disponibles (PAT, PDM...).
2. Participer à l'organisation d'une chaîne logistique où chaque maillon est rémunéré dans des conditions économiques viables, notamment les producteurs.
3. Garantir la cohabitation d'un approvisionnement local en circuit court et d'une organisation industrielle (chaufferies urbaines, centrales de co-génération...).
4. Prendre en compte les concurrences d'usage avec les approvisionnements industriels de la trituration.
5. Préserver en forêt communale la pratique de l'affouage dans l'application du cadre réglementaire.

De la même façon, le Pays de l'Aire urbaine doté de son plan d'approvisionnement territorial doit fixer les principes de sa politique bois énergie et définir les actions qui vont permettre sa réalisation.

Dès lors, plusieurs questions se posent aux élus du Pays :

- Quelle part de la ressource bois énergie doit être mobilisée pour approvisionner les chaufferies du territoire et quelle disposition prendre pour faire sortir des forêts le volume en question ?
- Dans quelle proportion développer de nouvelles chaufferies et comment favoriser leur installation ?
- Quelle part de la ressource pourrait être destinée aux chaufferies externes au territoire ? Aux chaufferies urbaines et industrielles sur le territoire ?
- Comment coordonner les actions des partenaires dans la structuration de la filière (favorisation des circuits courts, etc.) ?
- Comment maîtriser les flux de bois bûche ?
- Quelles synergies définir avec les territoires voisins ?
- Quel accompagnement donner aux projets d'équipement et à l'initiative privée ?

Le PAT est un outil apportant une aide et des éléments chiffrés pour ces prises de décisions et permet d'en simuler les effets. Les Communes Forestières, l'association Pro-Forêt et les espaces info-énergie vous accompagnent dans vos projets de chaufferies, de solution d'approvisionnement, et dans le développement de votre filière bois énergie.

## Les partenaires techniques de l'étude

Par convention pour la fourniture de données



Prestataires pour de l'acquisition de données



Dans le cadre du plan bois énergie Franche-Comté :





## Annexe technique



## Sommaire

<b>1. EVALUATION DE LA DEMANDE ACTUELLE ET DE LA DEMANDE FUTURE .....</b>	<b>36</b>
1.1. LES UNITES DE MESURE : .....	36
1.2. LOCALISATION DES CHAUFFERIES ET EVALUATION DE LEUR CONSOMMATION .....	36
1.3. EVALUATION DE LA CONSOMMATION EN BOIS BUCHE .....	36
1.4. EVALUATION DE LA DEMANDE EN BOIS D'INDUSTRIE .....	38
<b>2. EVALUATION DE LA RESSOURCE .....</b>	<b>39</b>
2.1. METHODE D'EVALUATION DE LA RESSOURCE FORESTIERE .....	39
<i>Points de méthodologie générale</i> .....	39
2.1.1. Evaluation de la ressource forestière en forêt publique .....	40
2.1.2. Evaluation de la ressource forestière en forêt privée .....	42
2.2. Scénario de sylviculture .....	44
<b>3. MODELISATION DE LA CHAINE D'APPROVISIONNEMENT ET CALCUL DES COUTS DE MOBILISATION .....</b>	<b>46</b>
3.1. COUTS D'EXPLOITATION .....	46
3.2. COUTS DE BROUAGE .....	46
3.3. COUTS DE TRANSPORT .....	47
3.4. COUTS DE STOCKAGE .....	47
3.5. OPTIMISATION LOGISTIQUE .....	48
<b>4. SCHEMA DE LA MODELISATION SYLLOGIS® .....</b>	<b>49</b>
<b>5. LES PARAMETRES DE CALCUL .....</b>	<b>50</b>
5.1. REGLES DE COUPE ET GESTION FORESTIERE .....	50
5.2. PARAMETRES SPECIFIQUES AU SCENARIO FLUX TENDU .....	51
5.3. PARAMETRES SPECIFIQUES AU SCENARIO AVEC UN STOCKAGE INTERMEDIAIRE .....	51

## 1. Evaluation de la demande actuelle et de la demande future

### 1.1. Les unités de mesure :

Quatre unités de mesure différentes sont utilisées pour quantifier les volumes de bois : le m<sup>3</sup>, la tonne, le stère, le MAP et le KWh.

Les données de conversion sont indiquées ci-dessous

	m <sup>3</sup>	MAP	tonne (à 30 %H)	stère
feuillus	1	2,7	0,89	1,4
résineux	1	2,7	0,65	1,4

### 1.2. Localisation des chaufferies et évaluation de leur consommation



Chaque chaufferie ou projet de chaufferie bois est d'abord géolocalisé au niveau du quartier.

Les renseignements concernant ces installations proviennent de l'Union Régionale des Communes de Franche Comté

*Les données intégrées dans SyloGIS® sont les suivantes :*

ID_RBE	NOM_COM	INSEE	TYPE	STATUT_MO	MO_ETUDE	DATE_FCT	EFPUISSBOIS	RECONSOBOIS	ETAT
ID_RBE	Identifiant unique de chaque chaufferie								
NOM_COM	Nom de la commune								
INSEE	Numéro INSEE de la commune								
TYPE	Description du projet								
STATUT_MO	Statut du maître d'ouvrage (public, privé ou bailleur social)								
MO_ETUDE	Maître d'ouvrage								
DATE_FCT	Date de mise en service								
EFPUISSBOIS	Puissance de la chaufferie								
RECONSOBOIS	Consommation en bois (tonnes/an)								
ETAT	stade projet (projet, étude de faisabilité, construction, fonctionnement)								

### 1.3. Evaluation de la consommation en bois bûche

Afin d'évaluer la consommation totale en bois énergie sur l'ensemble d'un territoire il est nécessaire de connaître non seulement la consommation des chaudières automatiques mais également d'avoir une estimation de la quantité de bois bûche consommée. En effet, la grande majorité du bois consommé par la production d'énergie l'est au niveau des particuliers, sous forme de bois bûche. Dans le bilan final de la disponibilité en bois forestier, ce chiffre sera à déduire du volume de bois total théoriquement disponible.

Connaître la consommation de bois bûche à l'échelle d'un territoire n'est pas chose simple. L'approche par la production exclut d'emblée l'autoconsommation, non négligeable sur le territoire. Le bois bûche transitant par des circuits économiques officiels ne représente qu'une faible part du volume réellement consommé.

- **Méthode générale**

La solution retenue est d'utiliser l'étude 2006 du CEREN réalisées pour le compte de l'ADEME. Cette étude présente entre autre le niveau d'équipement en appareils de chauffage au bois, les types d'appareil, leurs consommations respectives, etc. et cela par région. En appliquant ces statistiques régionales au cas du territoire considéré, il est possible d'afficher une consommation et/ ou exploitation théorique en bois bûche. En effet, les chaufferies au bois déchiqueté et granulés représentent une très faible part des appareils.

- **Cas du PAT SMAU**

### FRANCHE-COMTE

Logement et usage du bois	Appareil	Parc (en milliers)	Consommation Unitaire (en stères)	Consommation Totale (en 10 <sup>3</sup> stères)
<b>Maison Base</b>	Chaudière	32 ± 9 (29%)	21.5 ± 3.3 (15%)	694 ± 230 (33%)
	Foyers fermés	56 ± 12 (22%)	14.0 ± 1.9 (14%)	781 ± 209 (27%)
	Foyer ouvert	0 ± ( )	0.0 ± ( )	0 ± ( )
	<b>Ensemble</b>	<b>88 ± 8 (9%)</b>	<b>16.8 ± 2.2 (13%)</b>	<b>1 475 ± 247 (17%)</b>
<b>Maison Appoint</b>	Foyers fermés	51 ± 12 (23%)	5.0 ± 0.9 (19%)	255 ± 80 (31%)
	Foyer ouvert	8 ± 5 (60%)	4.5 ± 1.4 (30%)	34 ± 23 (68%)
	<b>Ensemble</b>	<b>59 ± 6 (11%)</b>	<b>4.9 ± 1.0 (21%)</b>	<b>289 ± 68 (24%)</b>
Appartement	Ensemble	13 ± 6 (45%)	5.7 ± 2.1 (37%)	76 ± 47 (61%)
<b>Ensemble</b>		<b>160 ± 11 (7%)</b>	<b>11.5 ± 1.5 (13%)</b>	<b>1 840 ± 271 (15%)</b>

Figure 1 : Etude CEREN 2006

L'approche par la consommation locale en fonction du nombre de résidences principales utilisant le bois comme combustible principal, est utilisée. Le nombre de résidence est approché au niveau communal grâce aux données 2008 du recensement de l'IGN.

## 1.4. Evaluation de la demande en bois d'industrie

### La filière papier/panneau

- **Méthode générale**

Le volume de bois actuellement mobilisé dans les forêts du territoire et destiné à une valorisation en filière industrielle (papier ou panneau) est estimé à partir des données de commercialisation.

- **Cas du PAT SMAU**

L'ONF a été en mesure de fournir les données de commercialisation relative au territoire de l'Aire Urbaine (ci-dessous), consolidée par les données des VPR. La distinction entre bois d'œuvre d'une part et bois industrie / chauffage d'autre part est donnée à dire d'expert.

Suite à une demande du comité technique la répartition entre bois de chauffage et industrie est estimée à 2/3 – 1/3.

	Moyenne Coupes et Chablis m3/an	Composition Coupes et Chablis (%)	Bois d'œuvre m3/an	Industrie ou chauffage m3/an
CHE 50+	10 998	7%	10998	
CHE 30-45	5 988	4%	3892	2 096
CHE 25-	1 888	1%		1 888
HET 40+	34 374	22%	29218	5 156
HET 30-35	4 123	3%	618	3 505
HET 25-	4 609	3%		4 609
PEU	10	0%	6	4
AF	18 693	12%	11218	7 477
SP 25+	5 084	3%	4829	254
SP 20-	828	1%		828
EPC 25+	3 169	2%	3010	158
EPC 20-	1 643	1%		1 643
PIN SYL 25+	364	0%	345	18
PIN SYL 20-	20	0%		20
PIN MAR 25+	0	0%		
PIN MAR 20-	0	0%		
AR 25+	1 386	1%	1317	69
AR 20-	220	0%		220
Taillis	121	0%		121
Houppiers Feuillus	62 229	40%		62 229
Houppiers Résineux	256	0%		256
Résineux non dénombrés	0	0%	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>156 000</b>	<b>100%</b>	<b>65450</b>	<b>90550</b>

Figure 2 : données de commercialisation ONF

La coopérative FBE a livré ses données de commercialisation par type de produit (cf. ci-dessous).

#### *Volume de bois commercialisés 2002-2011 par F&BE - Aire Urbaine*

Bois bûche Tonne	Feuillus industrie stères	Feuillus d'œuvre m3	Résineux industrie Tonne	Résineux œuvre m3
2 814	5 758	3 486	22 363	18 018

Figure 3 : Données de commercialisation FBE

Après discussion la part de la coopérative dans les ventes de bois en forêt privée est estimée à 40 %

## 2. Evaluation de la ressource

### 2.1. Méthode d'évaluation de la ressource forestière

#### Points de méthodologie générale

- *Les chiffres de disponibilité*

L'objectif de la partie évaluation de la ressource du PAT consiste à approcher, de la manière la plus précise possible, la **disponibilité technico – économique**. Il s'agit de la ressource forestière mobilisable dans le cadre d'itinéraire de sylviculture durable au vu des conditions économiques actuelles. Cette disponibilité est différente de la production biologique de la forêt qui correspond à l'accroissement en volume de celle – ci sur une durée déterminée. Selon les contextes, la disponibilité varie entre 50 et 110 % de la production biologique (cf. figure 4).

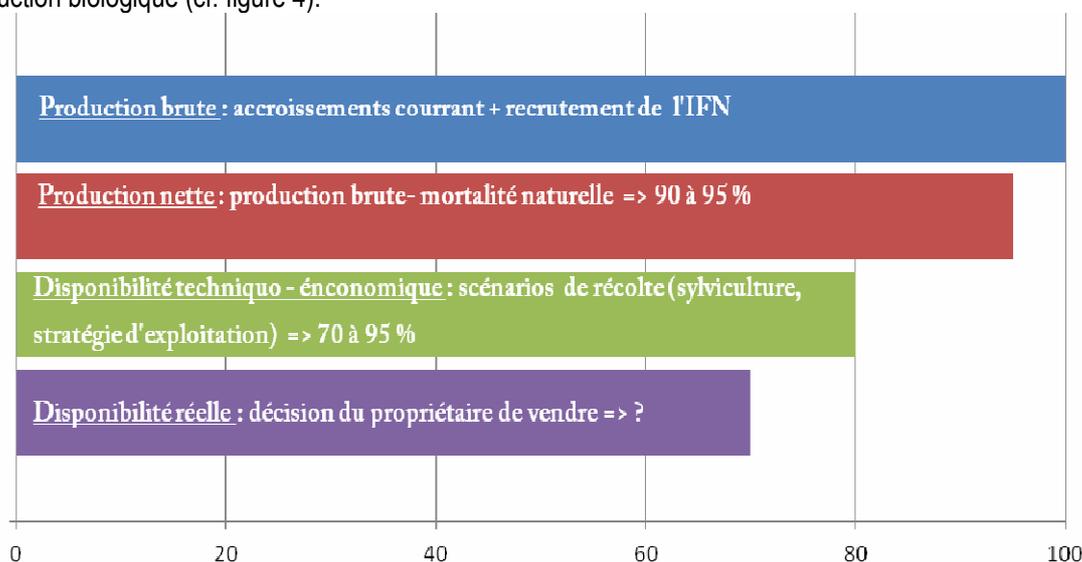


Figure 4 : Disponibilité et production biologique

- *La compartimentation des volumes*

Une fois la disponibilité évaluée, il est nécessaire de la compartimenter afin de mesurer quelle part est utilisable en bois d'œuvre et énergie. Pour cela un découpage par classe de qualité, est réalisé.

Celui – ci s'appuie sur les données des placettes IFN « nouvelles méthode » de la zone d'étude. Au travers de celle – ci un échantillon de plusieurs centaines d'arbres est qualifié par sa hauteur, son diamètre et ses qualités techniques. Une typologie des qualités en fonction des diamètres est construite pour les essences forestières principales du périmètre d'étude.

Les volumes / ha sont mesurés « bois fort » (découpe 7 cm de diamètre). Afin d'estimer le volume aérien, un coefficient d'expansion est renseigné par type de peuplements IFN (cf. annexe 3).

Par défaut la grume de pied est attribuée à un usage bois d'œuvre. Elle peut cependant avoir une vocation énergétique (bois bûche). C'est le comité technique qui décide le ratio de grumes attribué à un usage autre que bois d'œuvre.

La surbille est attribuée aux usages industriels et énergétiques.

La partie supérieure de l'arbre (menu bois et surbille de branche) est attribuée aux usages énergétiques.

La valorisation des bois de houppiers n'est pas automatique dans le modèle. Elle varie de 0 à 75 % en fonction de la sensibilité des sols et des méthodes d'exploitation.

La sensibilité bio – chimique est évaluée au regard des données écologiques des placettes IFN « nouvelles méthodes ». Les sols cantaliens étant plutôt pauvres, les restrictions du modèle sont plutôt fortes sur le territoire d'étude.

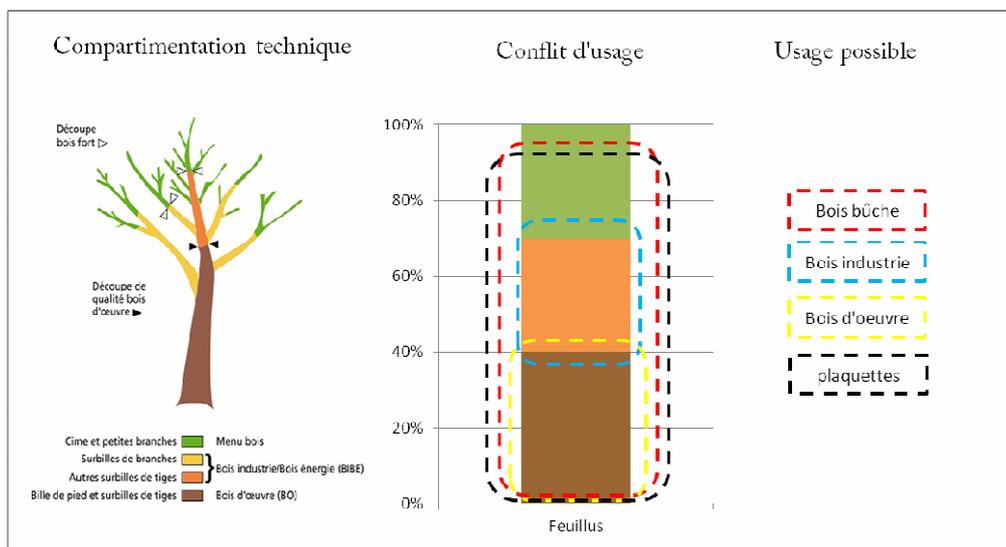


Figure 5 : compartimentation de l'arbre

### 2.1.1. Evaluation de la ressource forestière en forêt publique

- **Méthode générale**

- L'estimation de la ressource en forêt publique s'appuie sur les documents de gestion, les aménagements, dans lesquels sont détaillées les caractéristiques des peuplements par parcelle (volumes sur pied feuillus et résineux à l'hectare, diamètres, etc.). Les programmes de coupe permettent d'obtenir par forêt, les volumes présumés réalisables en moyenne par an, calculés sur les 5 prochaines années. Ceux – ci permettent de calibrer au mieux le modèle syllogis.
- Dans le cadre du PAT, les données issues des documents de gestion ont été analysées par Emmanuel Bonaimé, un expert forestier indépendant. Ce travail a permis d'extraire des volumes/ha par parcelle, ainsi que les diamètres moyens par essence par parcelle.

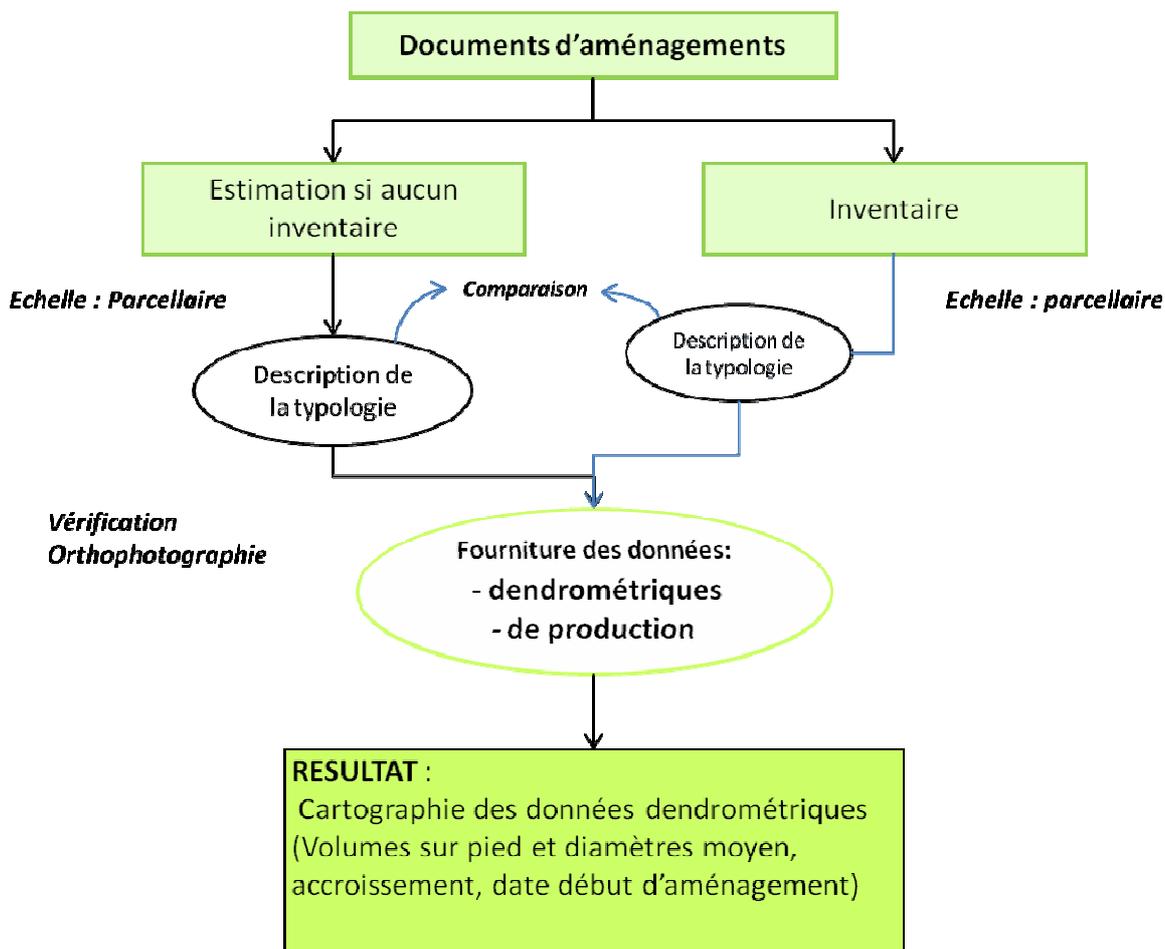
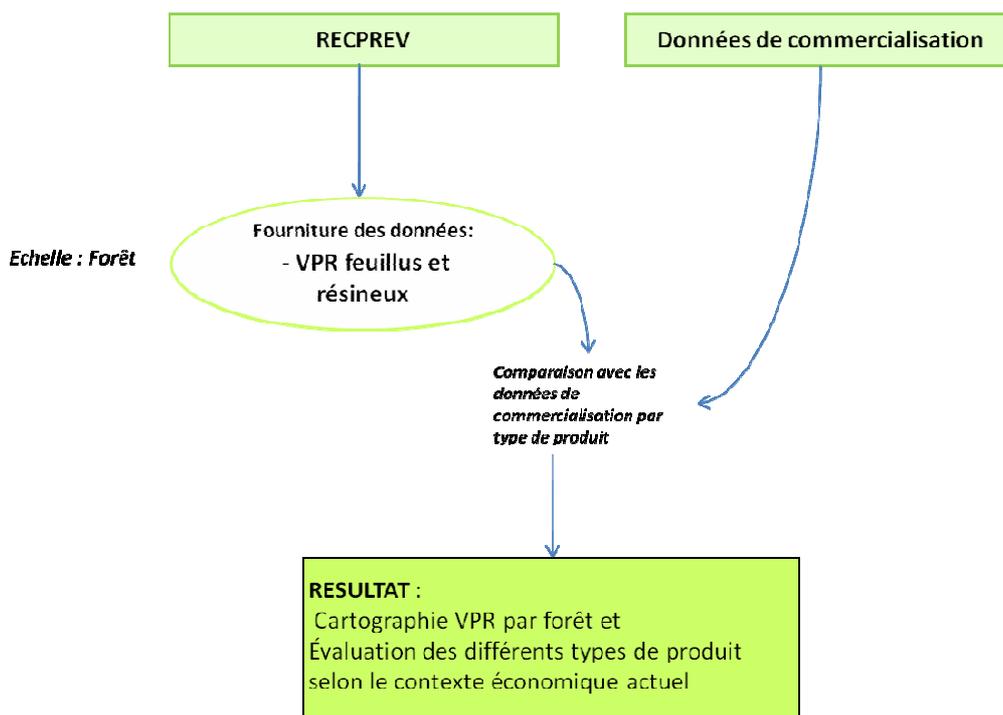


Figure 6 : méthode d'évaluation de la ressource forestière en forêt publique



Figure

7:

*méthode d'évaluation des VPR par type de produit et par forêt*

- **Cas du PAT SMAU.**

La forêt publique analysée représente 30 000 ha.

Le tableau renseigné par l'expert indépendant Emmanuel Bonaimé par parcelle est le suivant :

IIDT_UED	YVALI_UED	ANNEE_DEB	ANNEE_FIN	VOL_HA_E1	VOL_HA_En	DIAM_E1	DIAM_En	ACC_E1	ACC_En
----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	---------	---------	--------	--------

IIDT_UED	Identifiant de chaque unité élémentaire descriptive des peuplements
YVALI_UED	Année du relevé
ANNEE_DEB	Année du début de l'aménagement
ANNEE_FIN	Année de fin de l'aménagement
VOL_HA_E1	Volume sur pied de l'essence 1 à l'hectare
VOL_HA_En	Volume sur pied de l'essence n à l'hectare
DIAM_FE	Diamètre moyen de l'essence 1
DIAM_En	Diamètre moyen de l'essence 2

⇒ L'ONF a fourni, sur l'ensemble des forêts, les volumes présumés réalisables (VPR) par forêt, calculé en moyenne par an sur les 5 prochaines années. L'ONF a également fourni les volumes commercialisés par type de produit des 5 dernières années sur l'ensemble du territoire.

*Le tableau renseigné par l'ONF sur les forêts aménagées :*

Code FRT	Composition du pplt	VPR total
----------	---------------------	-----------

Code FRT	Identifiant de chaque forêt
VPR_Fe	Volume présumé réalisable feuillus
VPR_Rx	Volume présumé réalisable résineux

## 2.1.2. Evaluation de la ressource forestière en forêt privée

- **Méthode générale**

2 méthodes sont utilisées en forêt privée :

- Forêts disposant de PSG : dans ce cas, l'estimation de la ressource se fait à partir des données dendrométriques et des prévisions de coupes des PSG. Ce travail est réalisé par le CRPF après une demande d'accord des propriétaires concernés.
- Autres forêts privées : étant donné que les PSG ne couvrent pas, sauf exception, la totalité des forêts privées, des inventaires de terrain sont réalisés sur celles-ci afin d'obtenir des moyennes statistiques. Ces inventaires s'effectuent pour chaque type de peuplement IFN jugé important de par son potentiel de production de bois énergie. L'objectif est de recouvrir à minima 80% de la surface forestière privée (hors document de gestion). Les X types de peuplements concernés sont définis avec les partenaires techniques. Pour chacun d'entre eux, 25 placettes dendrométriques sont effectuées.

La méthodologie des inventaires de terrain se trouve en annexe 1.

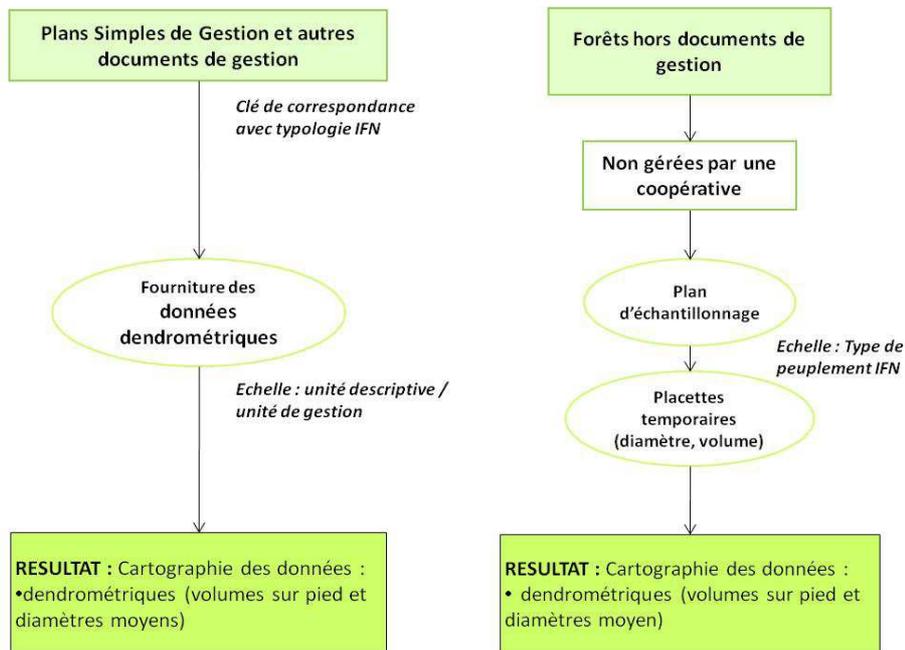


Figure 8 : méthode d'évaluation de la ressource forestière en forêt privée

- **Cas du PAT SMAU.**

L'ensemble du territoire compte **26 450 ha** de forêts privées.

- Forêts disposant de PSG :

**X PSG** ont été intégrés sur le territoire (1740 ha). Une partie a pu être analysée par le CRPF et Forêt et Bois de l'Est (accord des propriétaires). Une autre partie des PSG a été complétée avec les données issues des placettes et de l'IFN.

- Forêts privées hors PSG :

- o La réalisation des inventaires a été effectuée par Forêt et Bois de l'Est
- o 6 types de peuplements ont été inventoriés, 150 placettes réalisées. Cette méthode permet de compléter 89 % des forêts privées, ce qui représente **22 400 ha**.

Les données récoltées sur le terrain ont permis de renseigner par placette le tableau suivant :

ID	Code_TF_IFN	VOL_HA_E1	VOL_HA_En	DIAM_E1	DIAM_En
----	-------------	-----------	-----------	---------	---------

- ID : Identifiant unique de chaque placette
- Code\_TF\_IFN : Code des types de peuplement IFN
- VOL\_HA\_FE : Volume sur pied feuillus à l'hectare
- VOL\_HA\_RX : Volume sur pied résineux à l'hectare
- DIAM\_FE : Diamètre moyen feuillus
- DIAM\_RX : Diamètre moyen résineux

Le tableau ci-après permet de mettre en évidence les inventaires réalisés :

NOM_TF	TF CODE	Volume (ha) de feuillus	Volume (ha) de résineux	Diamètre feu
FUTAIE ADULTE DE FEUILLUS INDIFFERENCIES	26	323	4	
FUTAIE ADULTE DE HETRE	21	364	15	
FUTAIE MIXTE	119	214	91	
MELANGE DE FUTAIE DE FEUILLUS INDIFFERENCIES ET TAILLIS	147	298	3	
MELANGE DE FUTAIE DE HETRE ET TAILLIS	134	313	24	
TAILLIS DE FEUILLUS INDIFFERENCIES	175	342	0	

- Forêts privées minoritaires :

- o Sur les forêts qui ne sont pas composées des 10 types de peuplements inventoriés, nous avons utilisé les moyennes des volumes départementaux de l'IFN par type de peuplement. Cette méthode a été utilisée sur **3 750 ha** soit environ 9 % de la forêt privée non soumise à PSG.

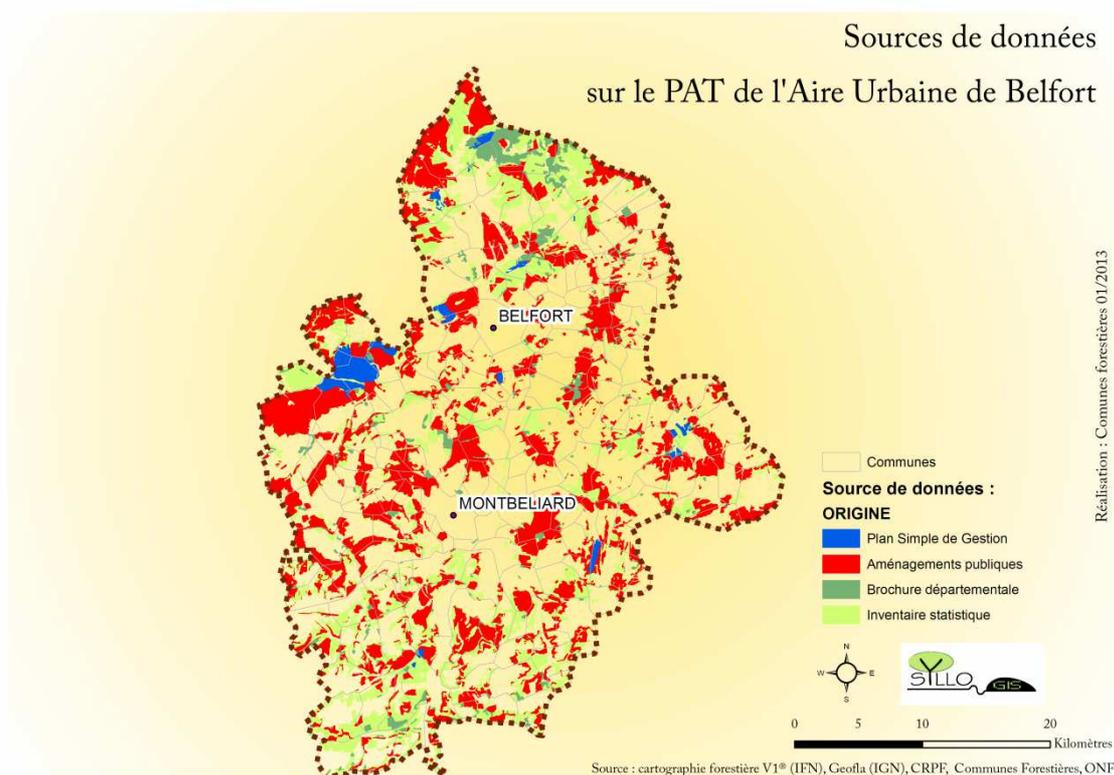


Figure 9 : Cartographie des sources de données du PAT.

## 2.2. Scénario de sylviculture

L'estimation de la disponibilité repose sur un modèle de sylviculture simplifié, paramétré par type de peuplements IFN.

Il est difficile d'intégrer les nombreuses modalités de gestion habituellement pratiquées par les professionnels (rotation des coupes, nombre de tiges coupées, âge des coupes rases...), c'est pourquoi le schéma de Syllogis

repose sur principe simple : chaque parcelle forestière est parcourue de manière aléatoire au moins une fois sur 20 ans.

Il s'agit donc d'estimer les volumes prélevables sur ce passage au regard de critère simple : volume minimal pour passer en coupe, taux de prélèvement et volume minimale à laisser après coupe (cf. figure 10). Les paramètres sont présentés dans la partie VI.

Volume m<sup>3</sup>/ha

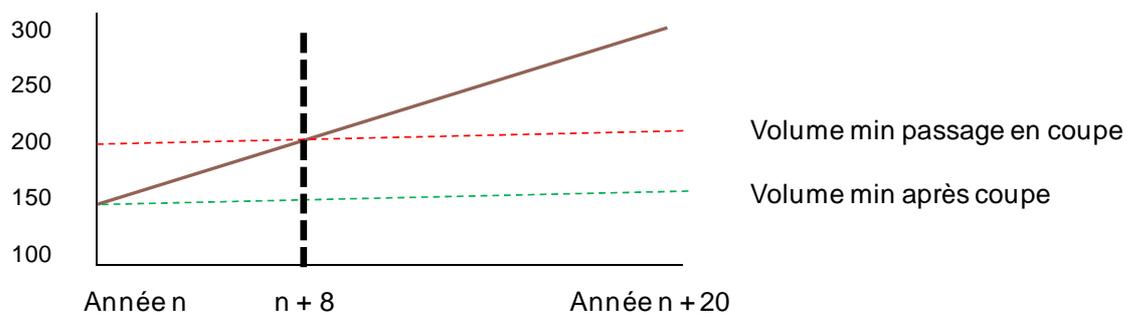


Figure 10 : modélisation du scénario de sylviculture

### 3. Modélisation de la chaîne d'approvisionnement et calcul des coûts de mobilisation

Il est indispensable de pouvoir approcher précisément les coûts de mobilisation à l'échelle d'un territoire pour intégrer dans les études de faisabilité de chaufferies les coûts d'approvisionnement à partir de plaquettes forestières locales.

La modélisation complète de la chaîne d'approvisionnement ramenée à l'échelle de la parcelle ou d'un ensemble de parcelles forestières permet l'identification des secteurs où le prix de mobilisation est élevé et d'en faire ressortir les raisons (manque d'accès, pente trop élevée, volume sur pied trop faible). Elle permet ainsi de cibler les lieux et les méthodes d'intervention qui permettraient de réduire le coût du combustible.

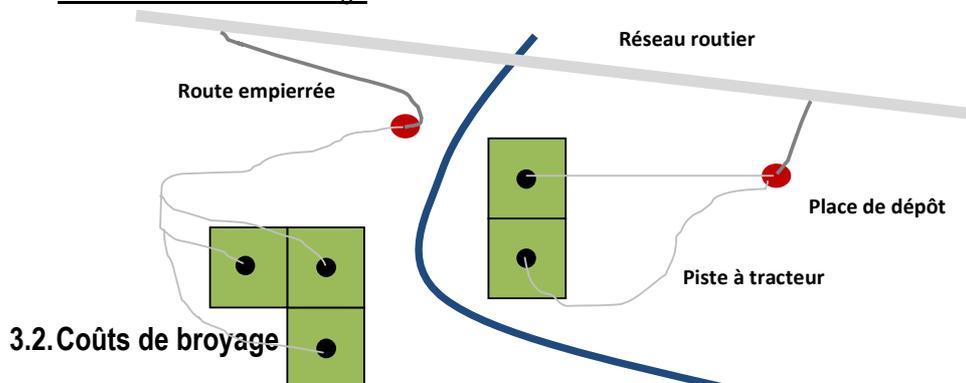
Le coût de mobilisation de la plaquette forestière, dans le cadre du PAT, intègre l'ensemble des maillons de la chaîne d'approvisionnement, soit : l'exploitation, le déchetage, le transport, Le stockage/séchage.

Le model comprend une application SIG capable de traiter automatiquement les données spatiales nécessaires. Le résultat de ce traitement est ensuite intégré dans la deuxième partie du modèle de simulation et qui fonctionne comme un système. Les données de base (entrants) sont introduites dans le modèle (système) qui fournit des résultats (extrants). Les différents modules se comportent comme des sous-systèmes qui s'enchaînent les uns après les autres dans un processus global. Ils conservent néanmoins leur indépendance et peuvent être exécutés de manière autonome.

#### 3.1. Coûts d'exploitation

SyloGIS® modélise les différentes phases de l'exploitation forestière :

- Méthode de bucheronnage en fonction de la pente, de la nature des peuplements (diamètre, essence). Deux options sont possibles : manuelles (bucheron) ou mécanisées (abbateuse) ;
- Calcul du coût de bucheronnage en fonction du volume et du diamètre de l'arbre moyen, de la méthode ;
- Méthode de débardage en fonction de la pente de la nature des peuplements et des enjeux environnementaux (sensibilité des sols). Trois options sont possibles : débusqueur, porteur ou câble aérien ;
- Calcul des itinéraires de débardage entre le centroïde des polygones forestier et les places de dépôt : transport en forêt jusqu'à la piste la plus proche + transport sur piste jusqu'à la place de dépôt attribuée. L'attribution des places de dépôts se fait en fonction de la pente, de la desserte et des cours d'eau ;
- Calcul du coût de débardage en fonction de la méthode et de la distance.



#### 3.2. Coûts de broyage

Dans le calcul, les coûts de broyage sont liés au matériel utilisé (porté, tractée, moteur autonome, semi-remorque, automotrice ou broyeur fixe) ainsi qu'au lieu de déchetage (sur parcelle, sur place de dépôt, sur place de stockage, chaufferie).

Figure 11 : modélisation de la stratégie d'exploitation

Les coûts de br

### 3.3. Coûts de transport

La desserte (routes et chemins) est le résultat de l'assemblage entre la BD TOPO ® de l'IGN, les bases de données "desserte" métiers (Schéma de desserte et/ ou données ONF), et de la numérisation, à partir de la BD ORTHO® de l'IGN, de chemins manquants. Cette couche est utilisée pour le calcul d'itinéraires entre les places de dépôt et les chaufferies, dans le cas d'un scénario en flux tendu, ou entre les places de dépôt et la plate-forme de stockage puis les chaufferies dans le cas du scénario avec un stockage intermédiaire. Les itinéraires tiennent compte des points noirs interdisant l'accès aux grumiers, à la condition aucun type de camion ne puisse transporter du bois.

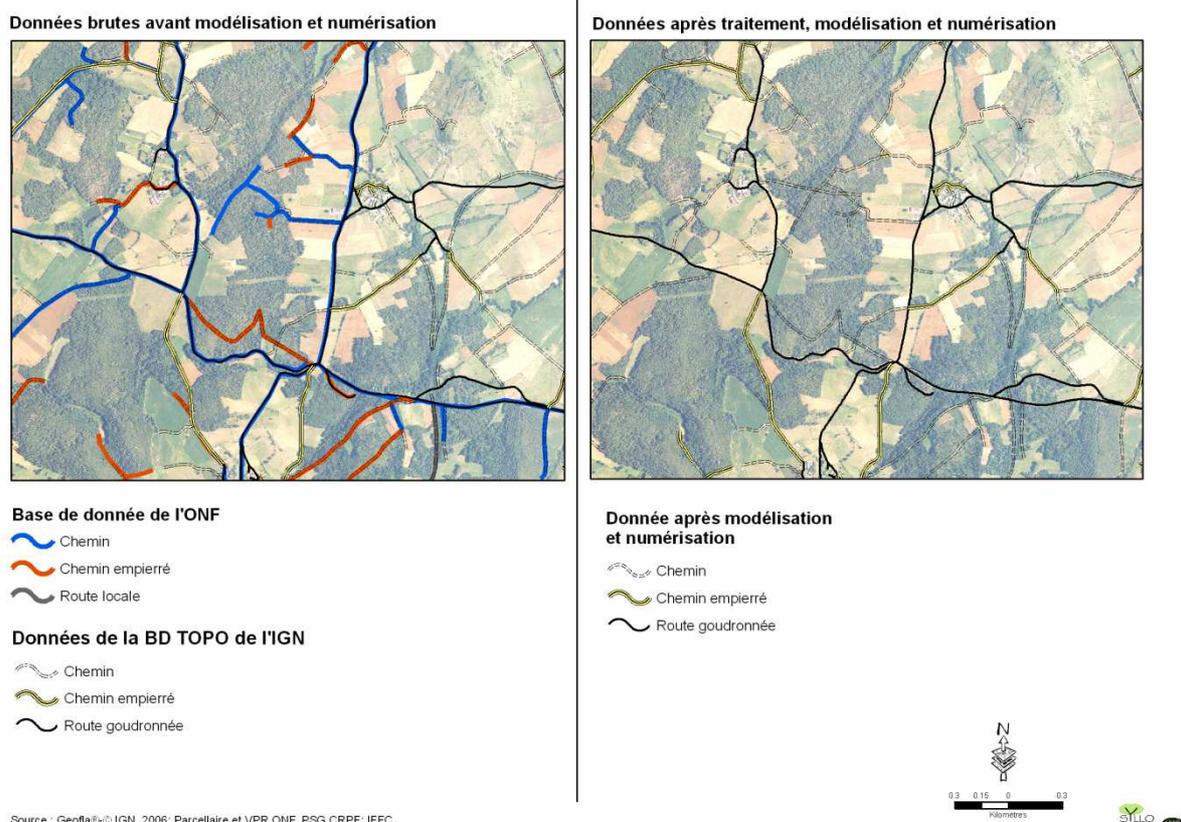


Figure 12 : Illustration du travail réalisé sur la desserte forestière

Les coûts de transport sont liés aux distances / temps de transports calculés, de la capacité de chargement des engins utilisés et des caractéristiques du réseau routier emprunté.

Le modèle a intégré 1 lieu de stockage hypothétique, ceci afin de permettre les calculs d'itinéraires, Le choix s'est fait sur le lieu optimal de localisation d'une plateforme de stockage.

### 3.4. Coûts de stockage

Le coût de stockage a été calculé sur la base des exemples concrets de hangars de stockage sur la zone d'étude et dans d'autres régions et dont les caractéristiques correspondent aux besoins du territoire (volumes à stocker, surface). Ces coûts sont discutés en comité technique.

### 3.5. Optimisation logistique

#### *Localisation optimisée de la plate-forme de stockage*

Le modèle SyllGIS® permet de positionner un hangar de stockage de manière optimum (calcul théorique) et de tester sur l'ensemble du territoire la pertinence ou non d'implanter une plate-forme de stockage. Les critères pris en compte sont :

- la localisation des ressources forestières utilisables pour l'énergie (ou l'industrie) et leurs quantités ;
- la localisation des chaufferies et leurs consommations ;
- la localisation des plateformes existantes et leurs capacités ;
- le réseau routier.

#### *3.6. Les enjeux environnementaux ont été identifiés grâce au travail collectif du comité technique*

Enjeux environnementaux intégrés dans le PAT et classés en quatre niveaux :

- Enjeux très forts : Réserve Biologique Intégrale (RBI) ; territoire non concerné
- Enjeux forts : zones à enjeux importants, principalement classées en APPB et ou NATURA 2000. Les contraintes à l'exploitation peuvent être notables. Dans la modélisation ces zones sont exploitées de manière manuelle (entraînant un coût d'exploitation plus élevé).
- Enjeux moyens : Les enjeux environnementaux de ces zones (ZNIEFF, NATURA 2000) nécessitent des précautions dans la gestion et l'exploitation forestière, sans pour autant entraîner forcément des surcoûts. .
- Sans enjeu : zones sans enjeux environnementaux reconnus par le comité technique et zones sans contrainte réglementaire. Sur ces zones, l'exploitation est modélisée de façon optimale en restant dans le cadre d'une exploitation réfléchie et durable.

#### *3.7. La desserte forestière*

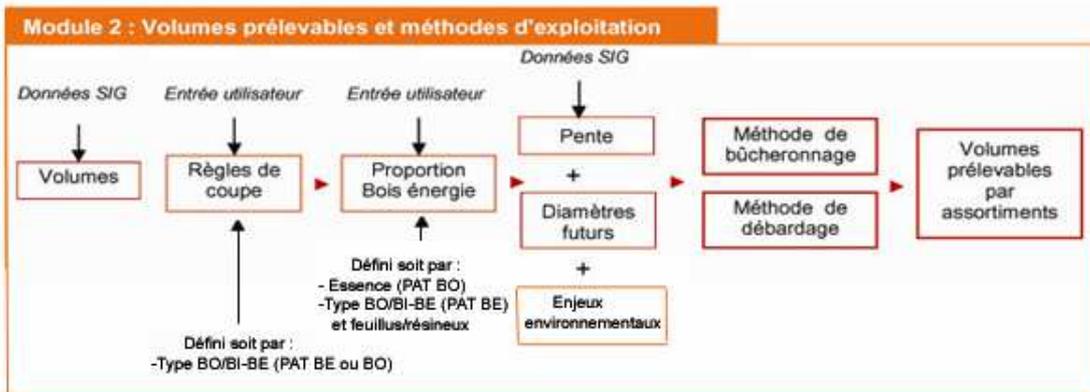
Le modèle SyllGIS® définit les zones où la desserte semble insuffisante en fonction de 5 critères :

- La densité de route à grumier au 100ha, avec un objectif de 3 km de route dans les forêts de plus de 20% de pente et 1 km de route dans les forêts de moins de 20% de pente.
- la pente ;
- Les types de peuplements selon l'importance du bois d'oeuvre ;
- Volume sur pied minimum ;
- l'absence d'enjeux environnementaux forts.
- Pente inférieure à 50%

#### *3.8. L'accessibilité*

Le modèle SyllGIS® évalue le potentiel de bois prélevable sur la totalité de la forêt, puis dans un deuxième temps sur la forêt dite facilement accessible. Ne sont retenues que les parties de forêts situées à 150 m en aval et 50 m en amont d'une piste à tracteur ou d'une route, ceci sur les parcelles de plus de 20% de pente. Toutes les forêts situées à moins de 400 dans une pente inférieure à 20% de pente sont considérées comme facilement accessible.

#### 4. Schéma de la modélisation SyllGIS®



## 5. Les paramètres de calcul

Les paramètres ci-dessous ont été discutés lors des comités d'expertises. Ils concernent la gestion forestière locale, les règles de coupe et les paramètres spécifiques aux scénarii choisis.

Ces paramètres permettent, à partir des volumes sur pied, des diamètres et des types de peuplement fournis par les gestionnaires forestiers, mais aussi de l'ensemble des données qui caractérisent le territoire (place de dépôt, réseau de desserte, pente etc.) de localiser et d'évaluer des volumes de bois utilisable pour l'énergie (ou l'industrie) mobilisables, puis d'évaluer les coûts de mobilisation correspondants.

### 5.1. Règles de coupe et gestion forestière

- Période analysée : **2012-2031**
- Prix du bois sur pied : **6 €/t (H=45%) ou 7,06 €/t (H=30%)**
- Proportion de plaquettes forestières mobilisable par rapport au volume sur pied total :

La plupart des peuplements fournissent conjointement du bois d'œuvre (bille de pied) et du bois utilisable pour l'énergie ou l'industrie (petits bois ou surbille et menus bois et branches). En se basant sur les données de qualité des bois de l'IFN et sur l'expertise du comité technique, des proportions de bois d'œuvre et de bois d'industrie / énergie ont été définies par type de peuplement IFN.

De même des règles de sylviculture ont été fixées aux niveaux des types de peuplements (cf. annexe 2).  
Autres paramètres utilisateurs :

- Diamètre de bois d'œuvre résineux minimum autorisé pour la coupe :
  - 25 cm pour les résineux
- Diamètre de bois d'œuvre feuillus minimum autorisé pour la coupe :
  - 30 cm pour les feuillus
- Accroissement moyen annuel sur le diamètre en % du diamètre actuel :
  - 1,5 % pour les feuillus
  - 2 % pour les résineux
- Paramètres d'exploitation :

Pente maximale pour abattage mécanisé	30%
Diamètre maximal feuillu pour abattage mécanisé	25 cm
Diamètre maximal résineux pour abattage mécanisé	65 cm
Pente maximale pour porteur	30 %
Diamètre maximal feuillu pour porteur	65 cm
Diamètre maximal résineux pour porteur	65 cm
Pente maximale pour débusqueur	50

## 5.2. Paramètres spécifiques au scénario flux tendu

### 5.2.1. Paramètres généraux

- Calcul en intégrant un lieu de stockage : Non
- Taux d'humidité de la plaquette forestière : 45%

### 5.2.2. Paramètres de broyage

Le déchiquetage est effectué sur les places de dépôt, en forêt, avec une machine de déchiquetage tractée munie d'un moteur autonome. Le coût de broyage est de 5 €/map.

### 5.2.3. Paramètres de transport

Le transport direct des places de dépôt aux chaufferies s'effectue au moyen d'un camion conteneur. Capacité de chargement 35 MAP, temps de chargement/déchargement 1/2 heure, tarif horaire 77 €. Un forfait minimum de 60 minutes est mis en place au cas où les distances temps seraient trop faibles.

## 5.3. Paramètres spécifiques au scénario avec un stockage intermédiaire

### 5.3.1. Paramètres généraux

- Calcul en intégrant un lieu de stockage : Oui
- Coût de stockage: 4 €/MAP
- Taux d'humidité de la plaquette forestière : 30%

### 5.3.2. Paramètres de broyage

Le déchiquetage est effectué sur la plate-forme de stockage avec une machine de déchiquetage tractée munie d'un moteur autonome. Le coût de broyage est de 4 €/MAP.

### 5.3.3. Paramètres de transport

Le transport entre les places de dépôt du bois, en forêt, et la plate-forme de stockage s'effectue au moyen d'un grumier. Le transport entre le lieu de stockage et les chaufferies s'effectue au moyen d'un camion conteneur. Capacité de chargement 35 MAP, temps de chargement/déchargement 1/2 heure, tarif horaire 77 €. Le camion est chargé sur la plate-forme de stockage par un chargeur 8 tonnes. Un forfait minimum de 60 minutes est mis en place au cas où les distances temps seraient trop faibles.

