

Plan d'approvisionnement territorial

Communauté de communes de l'Embrunais

Rapport d'étude

La communauté de communes de l'Embrunais est l'un des trois territoires pilotes à s'être engagé dans le programme "1000 chaufferies bois pour le milieu rural" durant l'année 2007. 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, 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 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 "t₀", puis "t_n" après mise à jour des bases de données,
- différents scénarii envisageables. Ceux-ci permettent d'optimiser les coûts de production de la plaquette forestière.

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.

Octobre 2008

Sommaire

Rapport d'étude	1
1 Contexte	3
1.1 Présentation du territoire :	3
1.2 Le contexte forestier et énergétique de la Communauté de Communes.	3
2 Méthode.....	3
3 Evaluation de la consommation	5
4 Evaluation de la ressource.....	6
5 Besoin, ressource et coûts de mobilisation du bois énergie	7
5.1 Les chaufferies pourront-elles être approvisionnées localement?	7
5.2 L'approvisionnement local, à quel coût?.....	7
5.3 La contractualisation dès aujourd'hui, est elle possible?	10
5.4 Volumes de bois énergie exploitables et enjeux environnementaux.....	12
6 Optimisation de la logistique et de la desserte forestière	13
6.1 L'amélioration de la desserte forestière.....	13
6.2 Localisation de la plate-forme de stockage	14
7 Enseignements	15
7.1 La ressource en bois et la consommation	15
7.2 La logistique d'approvisionnement	16
7.3 La mobilisation en forêt Privée	17
8 Perspectives	18
8.1 Hypothèse 1 : une politique orientée vers l'approvisionnement des chaufferies de la communauté de communes.....	18
8.2 Hypothèse 2 : une politique volontariste pour le développement d'une filière bois locale qui implique :	18
8.3 L'optimisation logistique : 2 variantes ont été testées.....	19
Annexe méthodologique	20

Les partenaires techniques de l'étude

Par convention pour de l'acquisition de données



Prestataires pour de l'acquisition de données



1. Contexte

1.1 Présentation du territoire :



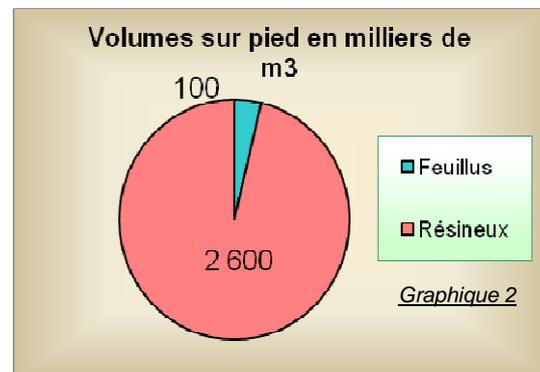
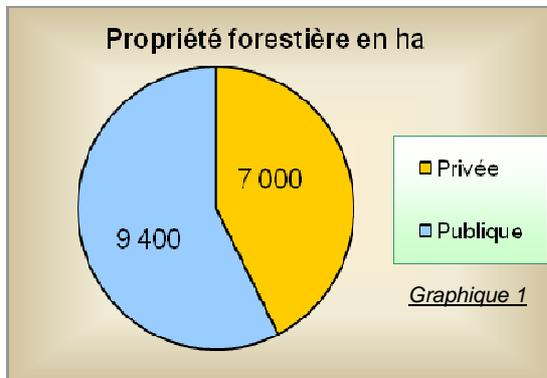
Territoire montagnard situé au cœur des Hautes-Alpes, la communauté de communes de l'Embrunais compte 9 700 habitants pour une superficie totale de 390 km², soit une densité inférieure à 25 hab./km².

Composé de 8 communes, ce territoire est le plus petit des trois territoires pilotes sur lesquels ont été conduit les trois premiers plans d'approvisionnement territoriaux dans le cadre du programme "1000 chaufferies bois pour le milieu rural".

Localisée en périphérie du Parc National des Ecrins, la communauté de communes de l'Embrunais cherche à valoriser ses ressources naturelles renouvelables et locales, et ainsi à s'inscrire dans une démarche de développement durable. Le bois-énergie est une réelle opportunité pour valoriser le patrimoine forestier et agir en faveur du développement local.

1.2 Le contexte forestier et énergétique de la communauté de Communes.

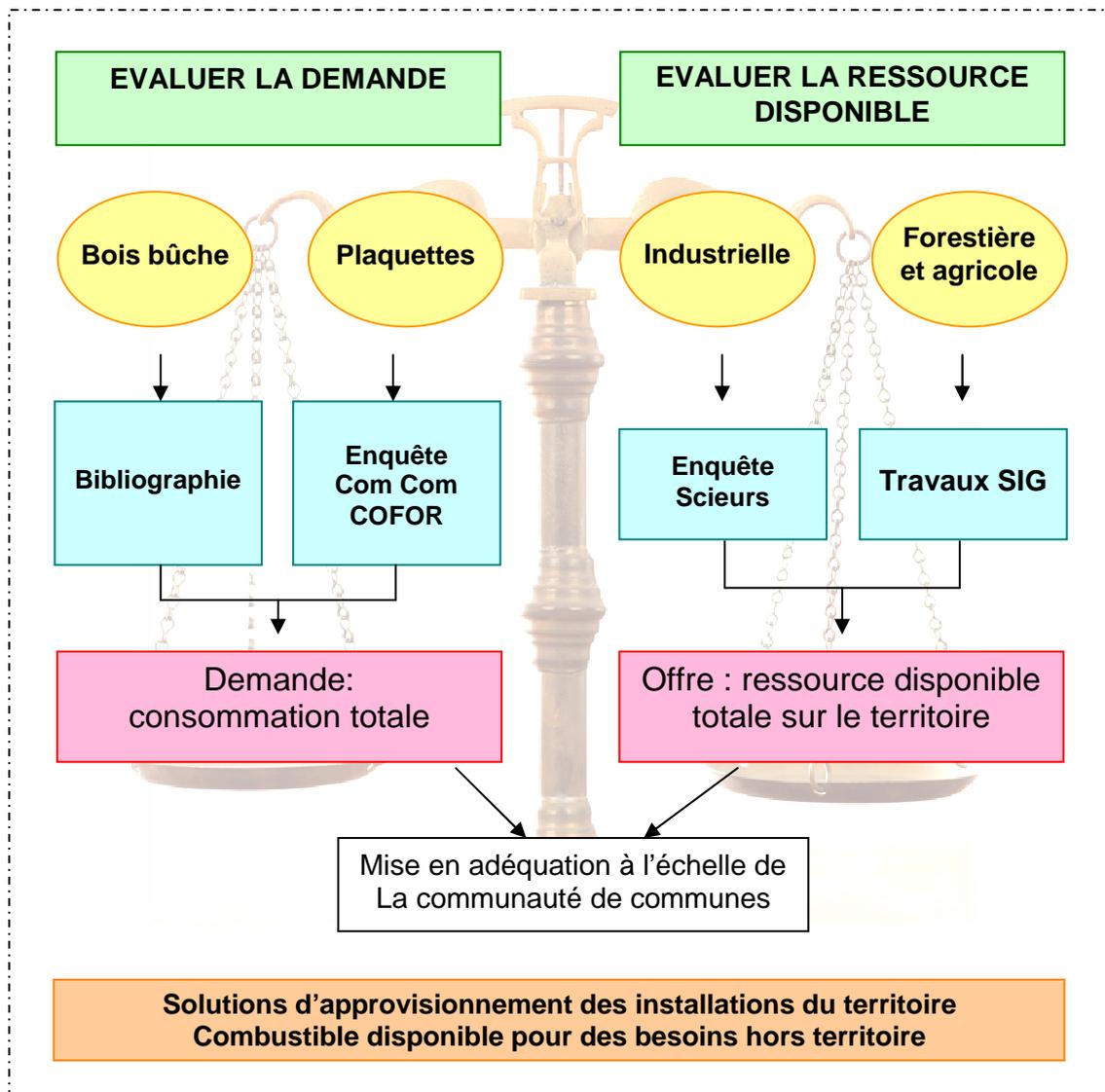
- 16 400 ha de forêts → 41% de taux de boisement
- 2,7 millions de m³ sur pied



- 200 ha de forêts situés dans la zone centrale du parc national des Ecrins
- 7 600 ha de forêts situés dans la zone périphérique du parc
- 1 scierie transformant environ 5000 m³ de bois par année
- 7 chaufferies bois à alimentation automatique, en fonctionnement ou en projet, pour une puissance totale de 3,3 MW à l'horizon 2010-2012

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, coopérative forestière, communes forestières, scieur). 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,
- cibler et optimiser 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,
- les coûts de production de la plaquette forestière en fonction des scénarii logistiques retenus,
- 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 (2008-2012)

Commune	Nom	Statut	Maitre d'œuvre	Puissance	Fonctionnement (prévue)	Consommation (Tonnes)	Etat
EMBRUN	Unité de soin longue durée	Public	Hôpital d'Embrun	180	2008	91	fonctionnement
EMBRUN	Durancia	Public	Communauté de Communes de l'Embrunais	?	2011	?	Projet
LES ORRES	Station de ski	Public	Commune des Orres	750	2010	700	Faisabilité
EMBRUN	Reseau de chaleur Delaroché	Public	Commune d'Embrun	480	2007	300	fonctionnement
EMBRUN	Reseau de chaleur Gare	Public	Commune d'embrun	1500 à 2500	2008	1200 à 2000	Faisabilité
EMBRUN	CIS Embrun	Public	CIS d'Embrun	200	2011	50	Projet
LES ORRES	Logements chalets	Privé	Les Logis d'Orres	200	2008	50	Faisabilité

Consommation annuelle des chaufferies en 2008 **391 tonnes**

Consommation annuelle des chaufferies (projection 2008-2009) **1650 tonnes**

Consommation annuelle des chaufferies (projection 2010-2012) **3300 tonnes**

3.2 Consommation de bois bûche

La **consommation annuelle de bois bûche** représente potentiellement **12000 tonnes**.

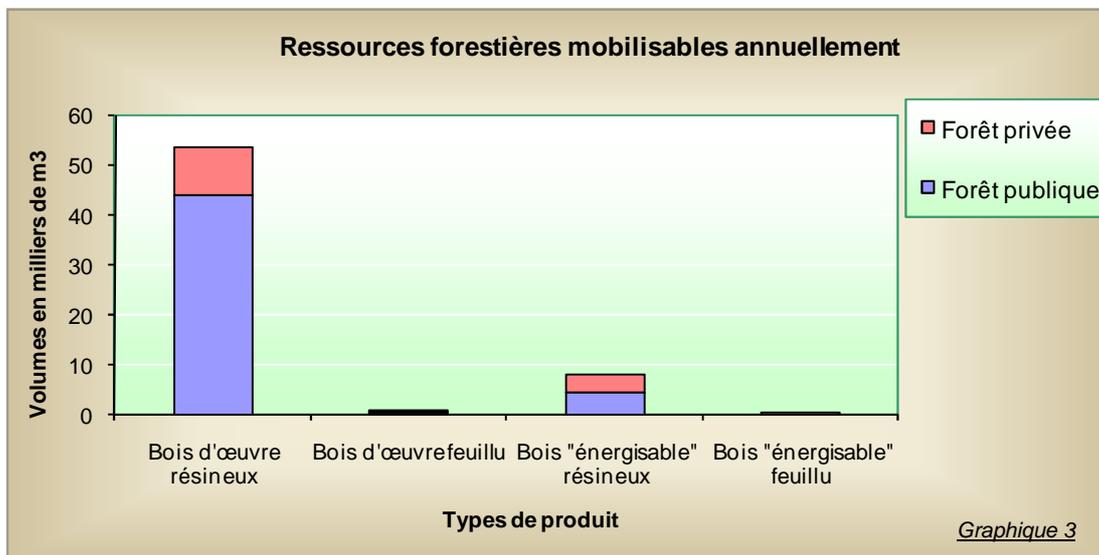
Au vu des volumes délivrés en affouage et de la prédominance des peuplements résineux sur le secteur, une part importante et difficilement quantifiable de ce bois est probablement importée.

4. Evaluation de la ressource

4.1 Ressource forestière

Ressource en "bois énergisable", tous produits confondus dont :	5440 tonnes/an
- commercialisée sur le territoire sous forme de bois bûche	250 tonnes/an
- commercialisée à l'extérieur sous forme de bois d'industrie	1500 tonnes/an
- disponible	3690 tonnes/an

Les produits bois énergisables sont essentiellement des résineux répartis pour 55 % en forêt publique et pour 45% en forêt privée. Les feuillus sont en revanche majoritairement situés en forêt privée (75%) et représentent des volumes négligeables.



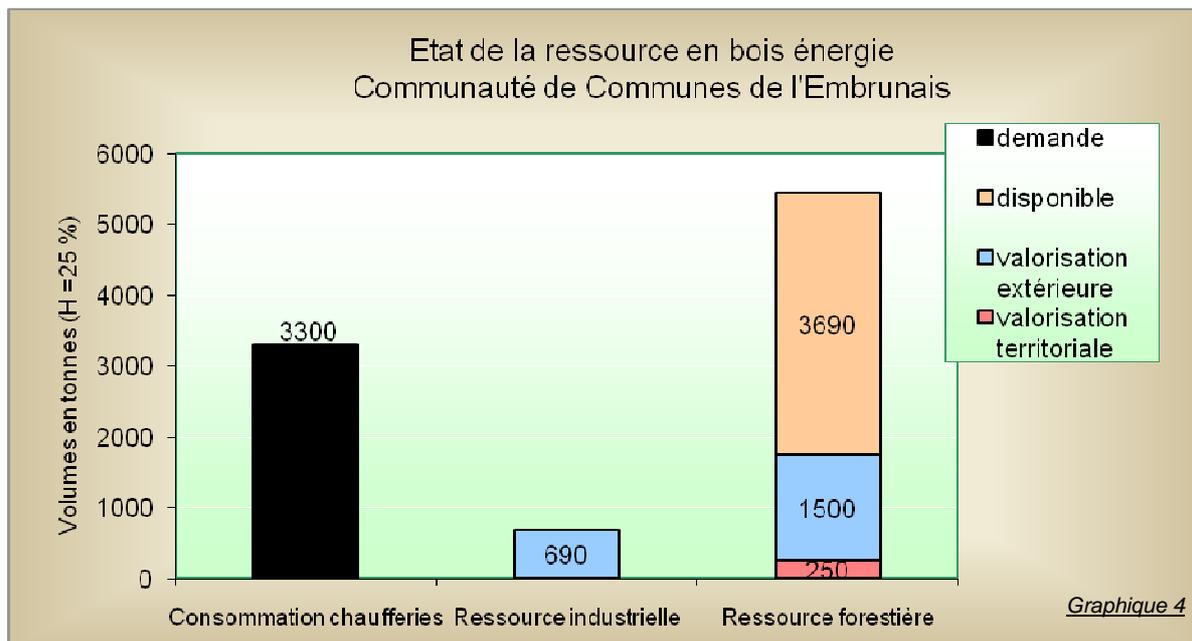
4.2 Ressource industrielle

Ressource industrielle énergisable (exportée en Italie)	690 tonnes/an
- Scierie	350 tonnes/an
- Déchetterie	340 tonnes/an

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

5.1 Les chaufferies pourront-elles s'approvisionner localement?

La ressource forestière disponible est légèrement supérieure à la consommation des chaufferies prévue pour 2010-2012. Elle suffit donc à subvenir aux besoins identifiés aujourd'hui, sans faire appel à la ressource industrielle, qui peut néanmoins constituer une source d'approvisionnement locale financièrement intéressante.



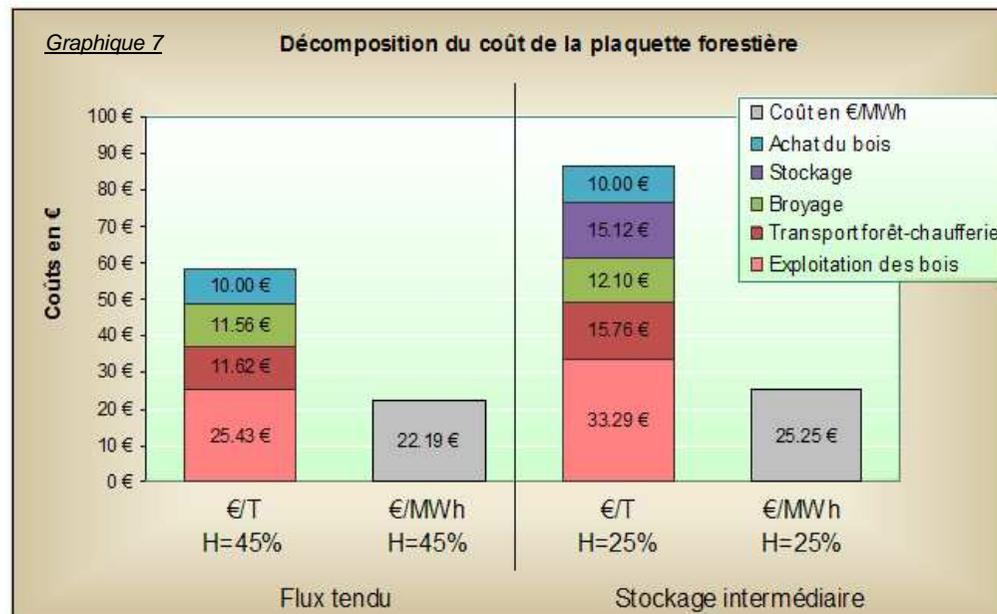
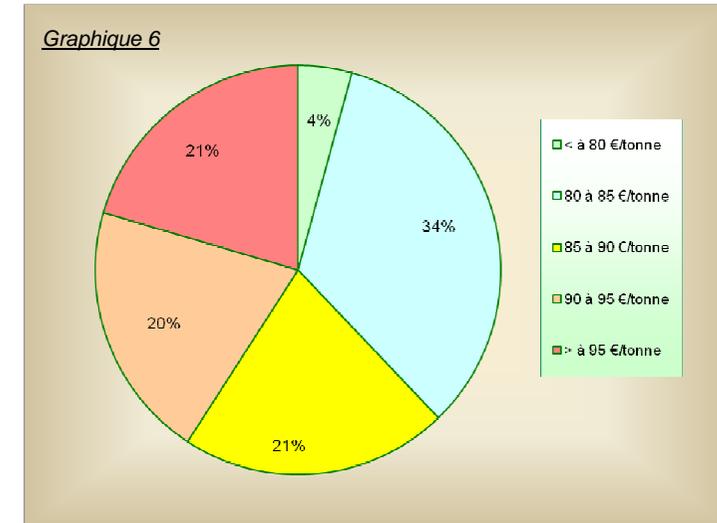
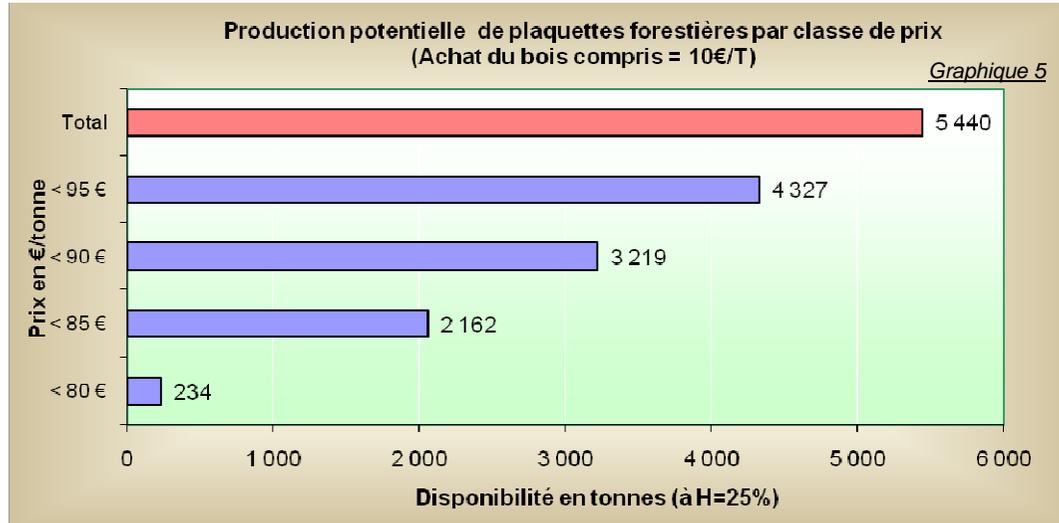
5.2 Un approvisionnement local, à quel coût?

2 filières de production de bois énergie complémentaires pouvant être développées :

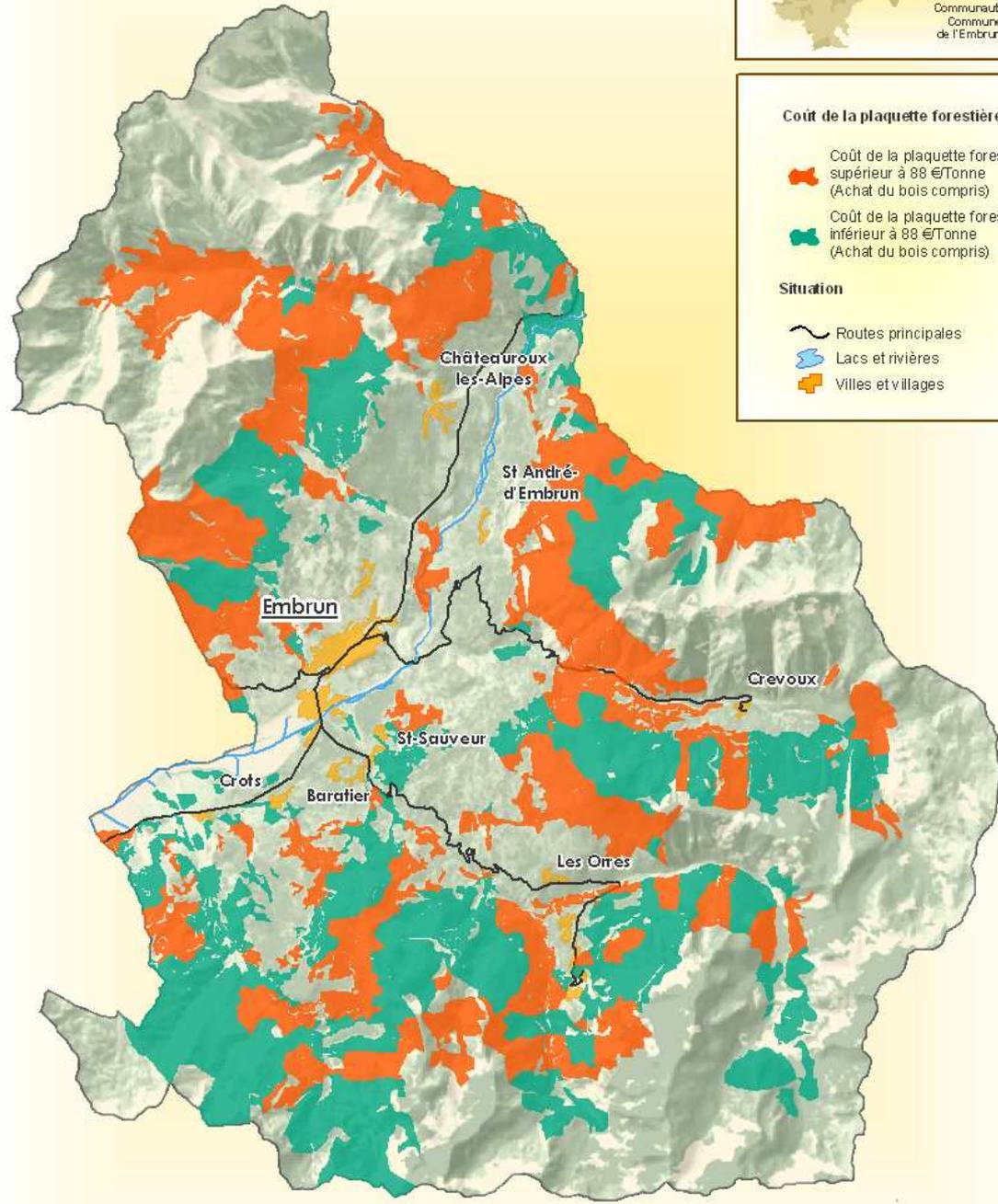
- à partir des produits connexes de scieries qui s'échangent à des prix de marchés. Actuellement environ **45 € la tonne sèche** rendue chaufferie.
- A partir de bois issus des forêts dont le prix est fonction du coût de production : en moyenne sur le territoire **88 €/tonne sèche** rendue chaufferie (y compris l'achat du bois sur pied).

Les graphiques 5 et 6 représentent la proportion de bois mobilisable par tranche de coûts. Les coûts s'entendent rendus chaufferie et intègrent donc l'ensemble des postes de la chaîne d'approvisionnement (cf. graphique 7). La méthodologie de calcul des coûts est détaillée en pages 5 et 6 de l'annexe méthodologique. Pour comparer les deux scénarii modélisés, l'un en flux tendu et l'autre avec un stockage intermédiaire, le graphique 7 présente aussi les coûts exprimés par unité de chaleur en €/Mwh. Cette unité permet de prendre en compte les différences d'humidité.

Ressources mobilisables en fonction d'un coût d'achat du combustible donné, entrée chaufferie



Localisation de la ressource en bois énergie en fonction du coût rendu chaufferie sur la Communauté de Communes de l'Embrunais



Hautes-Alpes



Communauté de
Communes
de l'Embrunais

Coût de la plaquette forestière

-  Coût de la plaquette forestière supérieur à 88 €/Tonne (Achat du bois compris)
-  Coût de la plaquette forestière inférieur à 88 €/Tonne (Achat du bois compris)

Situation

-  Routes principales
-  Lacs et rivières
-  Villes et villages



Source : GEOFLA®, 2006; BDCARTO®, 2004; BDALTI®, 2001; BDTPO®, 2001 convention n° 9723 © IGN - PARIS 2008 ; Landsat Irc 20, 2000; Données aménagement de l'ONF, 2008, BDCARTO® IFN, 2008; SyloGIS®

www.ign.fr http://portail.incofor.fr

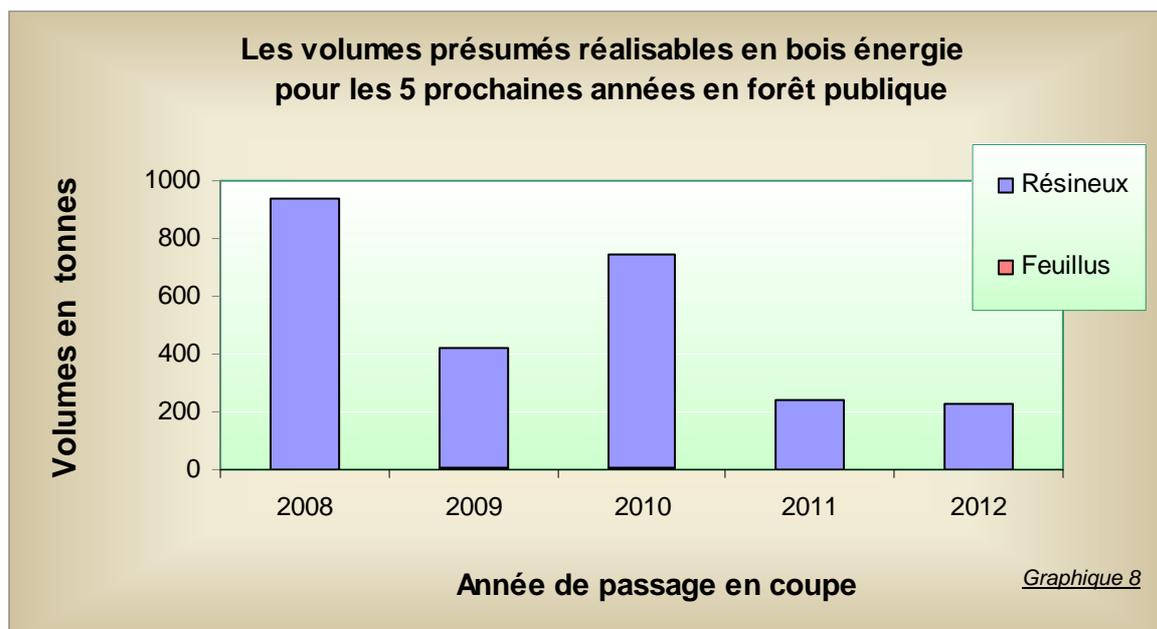
5.3 La contractualisation dès aujourd'hui est-elle possible?

L'approche de la ressource par le capital sur pied récoltable, présentée dans les graphiques précédents, donne une lisibilité à long terme de la capacité d'approvisionnement du territoire et permet de planifier les investissements lourds comme le hangar de stockage et d'éventuels nouveaux équipements de desserte. L'échelle de cette approche n'intègre pas les prix de marché des produits du bois ni les orientations sylvicoles et la volonté des propriétaires (publiques ou privés). La dimension de cette démarche est celle de la planification et de la construction d'une politique territoriale de valorisation de la ressource forestière, par les élus du territoire.

En revanche, l'approche de la ressource par le capital sur pied récoltable n'est pas l'outil adéquat pour engager la phase opérationnelle de contractualisation, et répondre à la demande en bois énergie à très court terme. C'est pourquoi le travail mené a consisté dans un second temps, à analyser et actualiser pour la forêt publique les prévisions de coupes (ou états d'assiette). En l'absence de PSG, ce travail est rendu impossible en forêt privée.

Ces programmes de coupe, exprimés en tonnes par année, sont présentés ci-dessous (*cf. graphique 8*). Les volumes présumés réalisables et les années de passage en coupe ont été intégrés dans le modèle de calcul SyllGIS® (*cf. carte page suivante*). Ces volumes sont naturellement plus faibles que dans le cadre de l'approche de la ressource par le capital sur pied récoltable. En effet, la forêt privée, les zones classées hors sylviculture (pas de prévisions de coupe) ainsi que les parcelles situées dans des zones difficiles d'accès et donc trop coûteuses jusqu'à maintenant à exploiter ne sont pas prises en compte.

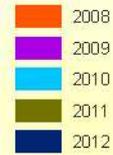
Ces volumes pourraient, en cas d'accord entre les maîtres d'ouvrage de chaufferies et les communes propriétaires des forêts concernées, être rapidement contractualisés pour approvisionner les chaufferies du territoire



**Localisation des coupes prévues en forêt publique
de 2008 à 2012.**
(La carte ne situe que les coupes à
enjeux "bois énergie")

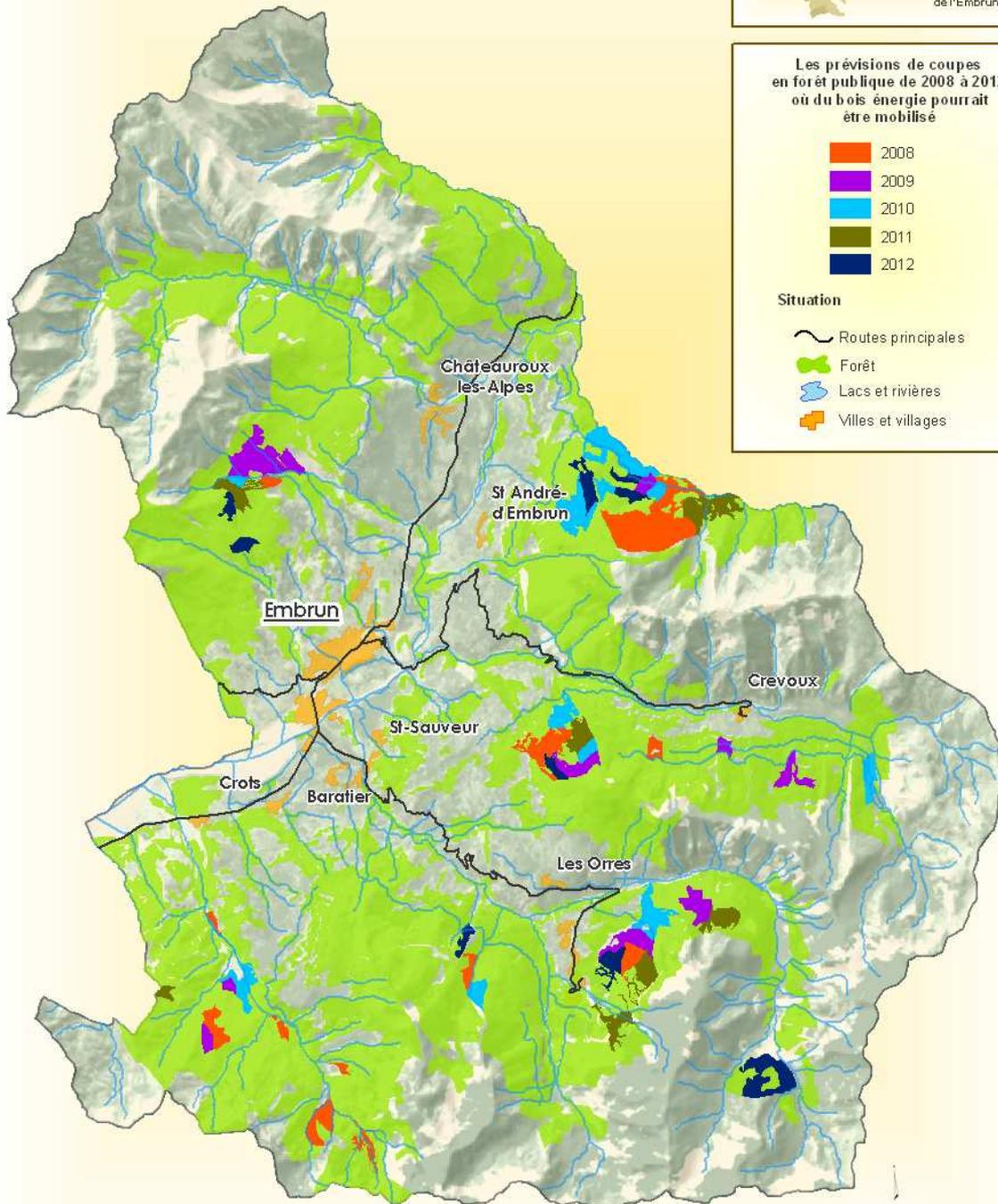


Les prévisions de coupes
en forêt publique de 2008 à 2012
où du bois énergie pourrait
être mobilisé

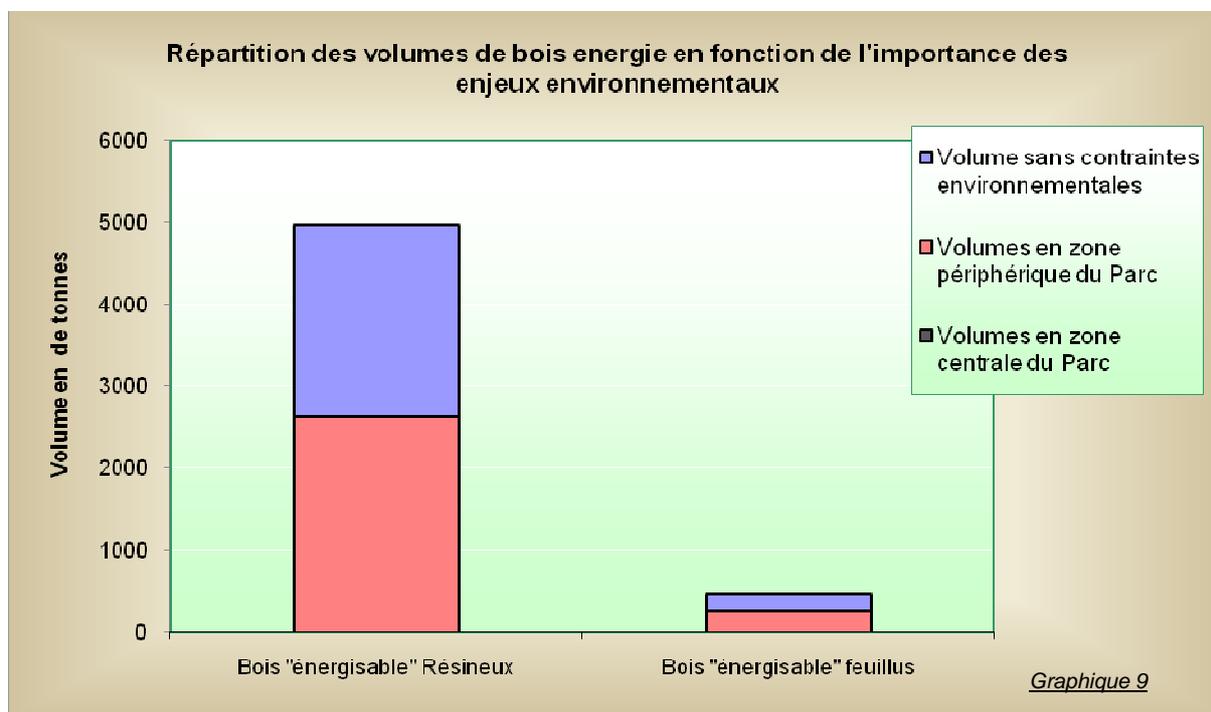


Situation

-  Routes principales
-  Forêt
-  Lacs et rivières
-  Villes et villages



5.4 Volumes de bois énergie exploitables et enjeux environnementaux



Plus de la moitié des volumes est située en zone périphérique du parc national des Ecrins. À l'intérieur de ce périmètre, il n'y a pas de restriction quant à la possibilité d'exploiter la ressource forestière.

Les volumes de bois "énergisables" situés en zone centrale du parc national sont très limités (épaisseur du trait sur le graphique). Afin de respecter les contraintes liées au statut de protection, l'exploitation mécanisée a néanmoins été interdite (dans la modélisation) ce qui n'a en réalité très peu d'impact sur les résultats globaux. Les surfaces concernées souffrent intrinsèquement de conditions d'exploitation très difficiles rendant de fait la mécanisation impossible. Les périmètres superposant une de ces zones ont été également exclus des zones à desservir (cf. carte page suivante).

Rappelons qu'il n'est pas interdit d'exploiter la ressource dans la zone centrale d'un parc national, sous réserve qu'un avis favorable soit délivré par les responsables du parc.

6. Optimisation de la logistique et de la desserte forestière

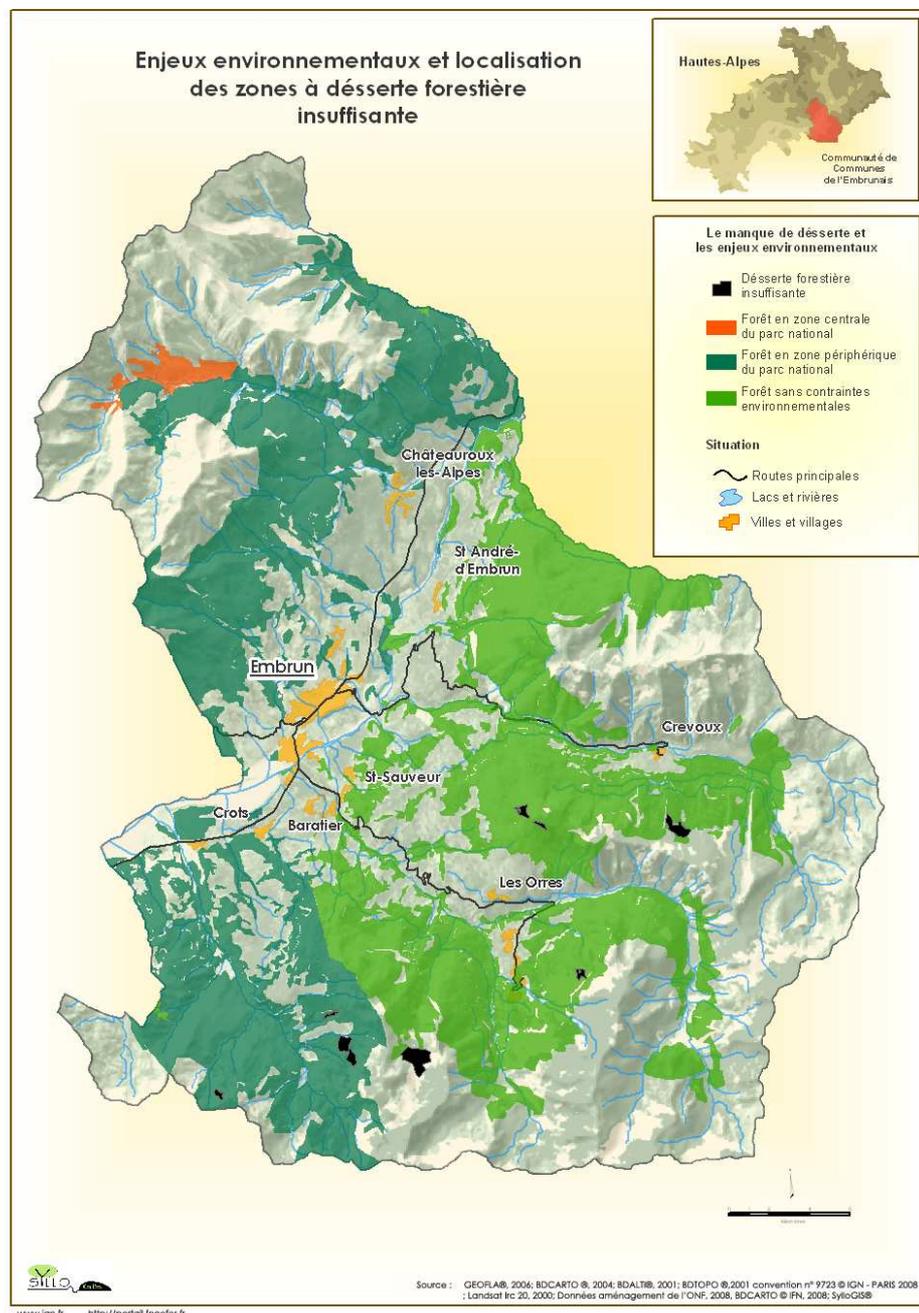
6.1 L'amélioration de la desserte forestière

Le modèle de simulation cartographique SyllGIS®, développé par les Communes Forestières et utilisé pour réaliser les PAT, permet de localiser les zones où la mobilisation du bois est la plus difficile ("zones noires"). Elles constituent des périmètres dans lesquels l'amélioration de la desserte aurait des conséquences bénéfiques sur les volumes mobilisables. Les paramètres pris en compte dans cette modélisation sont : La distance de débardage, le volume de bois prélevable (bois d'œuvre et bois énergie), la pente et les zones à enjeux de protection.

Les volumes bois d'œuvre et bois énergie représentent dans ces zones 10450 m³ (environ 7300T) pour une surface de 100ha.

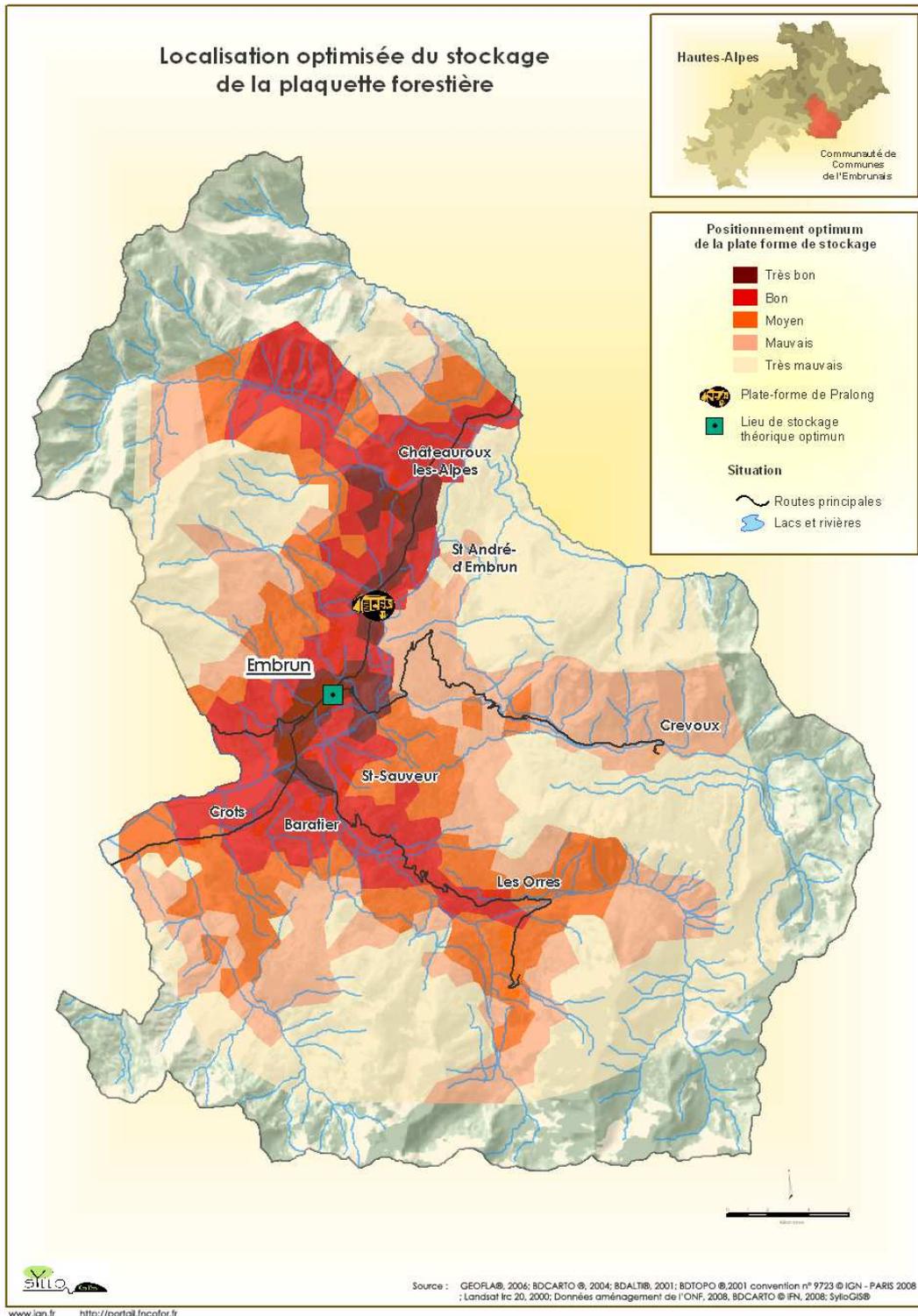
volumes représentent :

100 ha
10450m³
(7300T)
(volumes prélevables,
tous type de produits
confondus)



6.2 Localisation de la plate-forme de stockage

SylloGIS® a permis de confirmer la pertinence géographique de la localisation de la plate-forme de stockage de Pralong. Le modèle peut également définir le lieu optimum théorique d'installation du hangar (carré vert sur la carte ci-dessous). Les paramètres intégrés dans la modélisation sont : La localisation de la ressource en bois énergisable, les chaufferies (pondérées en fonction de leur consommation) et le réseau routier.



7. Enseignements

7.1 La ressource en bois et la consommation

La **ressource en bois énergie** forestier est aujourd'hui valorisée à un peu plus de 30 %.

La **consommation** escomptée des chaufferies en 2012 (3 300 tonnes) représente 60 % de la ressource totale en bois énergie qui pourrait être produite sur le territoire (5 440 tonnes).

Les **produits connexes de la scierie Mostachetti et Fils** valorisables en chaufferies (350 tonnes) sont aujourd'hui entièrement exportés en Italie. M. Mostachetti serait cependant favorable à la valorisation de ces produits connexes dans les chaufferies du territoire.

Les **prix de marché** des produits connexes de scierie (environ 45 €/tonne sèche livrée) sont en augmentation mais restent en deçà des coûts de production moyens de la plaquette forestière (88 €/tonne livrée en moyenne en intégrant l'achat du bois).

60% des volumes de **plaquette forestière** peuvent être mobilisés à un coût inférieur à 90 €/tonne. Le coût moyen calculé à l'échelle de la communauté de communes est de 88 €/tonne. Ce coût est à rapprocher des prix contractualisés entre les propriétaires des chaufferies en fonctionnement et leurs fournisseurs de combustible sur l'Embrunais. A savoir 80€/T pour l'Hôpital d'Embrun et 71€/T pour la ville.

La **consommation domestique** représente potentiellement des volumes importants (12 000 tonnes), majoritairement sous forme de bois bûche. Il est difficile d'avoir une bonne lisibilité de ces flux étant donné que l'offre est très éclatée et que les circuits de distribution sont relativement opaques. Au vu des volumes délivrés en affouage et de la prédominance des peuplements résineux sur le secteur, une part importante de ce bois est manifestement importée.

Les **déchets de bois non triés** en provenance de la déchetterie représentent 340 T/an. Ils pourraient, après mise en place d'une procédure de tri, être valorisés pour partie en bois énergie. Ces volumes sont pour l'instant exportés en Italie.

Les **volumes de bois énergie mobilisables annuellement sont assez limités** au regard des surfaces forestières importantes sur la communauté de communes de l'Embrunais. Deux explications peuvent être avancées :

- la très faible proportion de peuplements feuillus dont les houppiers et les brins de taillis produisent habituellement une part importante de la ressource totale en bois énergie,
- le mode d'exploitation forestière actuellement prédominant en milieu de montagne : le débusquage qui ne permet pas, sauf cas exceptionnels, de mobiliser les rémanents. Le recours au câble permettrait par exemple de débarder des arbres entiers ce qui augmenterait considérablement les volumes de bois "énergie récoltés" (9000 à 10 000 Tonnes soit le double). Cependant la mobilisation du bois énergie seule ne peut justifier économiquement le recours au câble. Des études complémentaires à une échelle plus fine permettraient de proposer des zones exploitables par câble en mobilisant conjointement bois d'œuvre et bois énergie.

7.2 La logistique d'approvisionnement

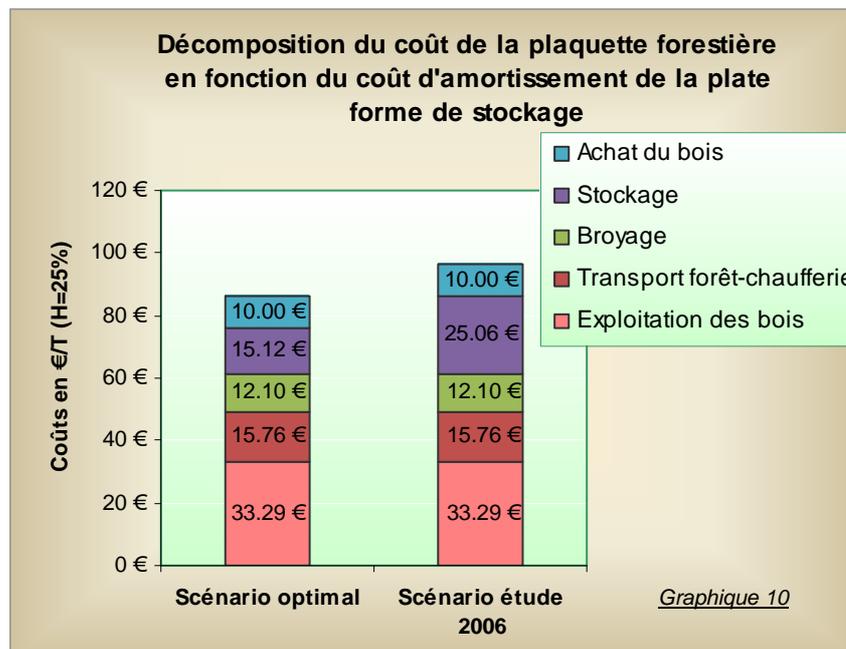
Localisation de la plate-forme de stockage.

La localisation d'une plate-forme de stockage à Pralong est pertinente (cf. carte page 14). Afin de répondre aux besoins en plaquettes forestières, elle devra être dimensionnée pour accueillir annuellement entre 1000 à 1500 T/an (consommation 2008-2009), mais devra à terme permettre le transit de 3000 à 3300 T/an (consommation 20010-2012) nécessaires à l'alimentation des chaufferies.

Si dans un avenir plus lointain, d'autres chaufferies étaient construites, la création d'un deuxième hangar pourrait avantageusement être envisagée en collaboration avec les territoires voisins. La modélisation via SyllGIS® permettrait alors, en intégrant les nouvelles chaufferies et le périmètre à considérer, d'optimiser la localisation de ce deuxième lieu de stockage, cohérent avec le premier.

Les coûts d'amortissement de la plate- forme de stockage

Selon la note d'opportunité de 2006, concernant la construction d'une plate forme de stockage à Pralong, le coût d'amortissement et de gestion de la plate forme ramené à la tonne de plaquette forestière se monterait à 25 €/Tonne.



Scénario optimal :

88 €/tonne sèche
(H25 %)

Scénario Note d'opportunité :

98 €/tonne sèche
(H25%)

La somme de 25 €/t attribuée à l'amortissement d'un bâtiment dont le coût de construction tout compris se chiffre à 775 000 € pour 750 m² de surface au sol (1000 €/m²), semble trop important aux vues d'autres exemples concrets. Un hangar de stockage fonctionnel et de dimensions comparables en Franche-Comté revient à 15€/t.

Faut-il améliorer la desserte forestière?

La carte "amélioration de la desserte forestière" montre quelques zones où une amélioration de la desserte pourrait se justifier. Cette carte ne se veut pas exhaustive et doit être suivie d'études techniques sur le terrain qui analyseront la faisabilité technico-économique de chaque projet de route forestière, piste, place de dépôt, etc.

Les points noirs considérés lors des calculs d'itinéraires.

Sur les routes départementales, deux restrictions de circulation sont à signaler (hauteur limitée à 3.90m), l'une sur la RD 9 (Pont de chemin de fer), l'autre sur la RD 994D.

De même, une limitation de hauteur à 3,10m restreint l'accès au lieu dit "la place" de la commune de Saint André (passerelle en bois).

Sur la RD39A au niveau du hameau du coin sur la commune de Saint Sauveur, la longueur des véhicules est limitée à 9m.

7.3 La mobilisation en forêt privée

45% du potentiel de bois énergie se situe en forêt privée. Malgré les outils mis en place par le CRPF tel que les PDM, les difficultés de mobilisation du bois en forêt privée persistent. L'ajout de 5€/tonne au coût de la plaquette forestière mobilisée en forêt privée, correspondant à la mise en place d'une animation / démarchage pour la mobilisation du bois, pourrait certainement impulser une dynamique et permettre d'augmenter les volumes récoltés sur la communauté de communes. L'application de ces 5 € augmenterait le coût moyen de la plaquette forestière en forêt privée à 93 €/tonne.

8. Perspectives

8.1 Hypothèse 1 : une politique orientée vers l'approvisionnement des chaufferies de la communauté de communes

A court terme, 2 scénarii envisageables pour fournir les **3 300 tonnes** de bois que consommeront les chaufferies de la communauté de communes en 2012 (cf. graphique 3)

Un approvisionnement 100 % plaquettes forestières locales

Un mix-produit PF et connexes de scieries (ex : 70/30)

	+	-	+	-
Emplois	6 nouveaux ETP locaux (exploitation, transformation, transport des bois)		4.5 nouveaux ETP locaux (plaquette forestière) et 0.5 ETP consolidé (connexe de scierie)	
Bilan carbone	3 170 tonnes de CO2 évitées (substitution de combustibles fossiles)		amélioration du bilan carbone de la chaîne de valorisation des connexes	
Economie		Prix du combustible plus élevé, mais compatible avec l'économie des chaufferies bois	Prix compétitif Chiffre d'affaires des scieries conforté	Exposition modérée à la montée des prix de produits en fin de vie déjà très convoités.
Patrimoine forestier	Valorisation de produits difficiles à mettre en marchés = développement durable		Valorisation de produits difficiles à mettre en marchés = développement durable	

ETP : Equivalent temps plein

PF : Plaquette forestière

? Stratégie des scieurs

Impact hypothèse 1 : 5 à 6 ETP

3300 Tonnes BE **3 170 tonnes de CO2 évitées** (soit l'équivalent de **850** voitures en moins sur la communauté de communes)

A plus long terme : un développement important du nombre de chaufferies sur le territoire passera nécessairement par le recours massif à la plaquette forestière.

8.2 Hypothèse 2 : mobilisation des 5 400 tonnes de bois énergie = une politique volontariste pour le développement d'une filière bois locale qui implique :

De **nouveaux débouchés** à la fois pour le bois énergie et pour le bois d'œuvre dont la mobilisation est à réfléchir de manière conjointe, en vue d'un approvisionnement durable et d'une structuration rationnelle et harmonieuse de l'ensemble de la filière.

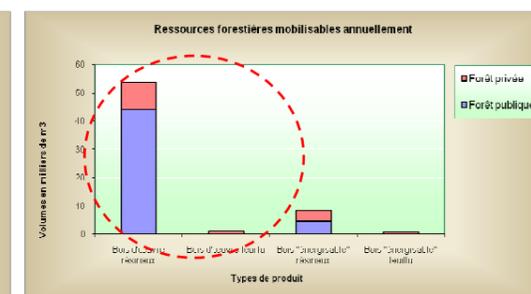
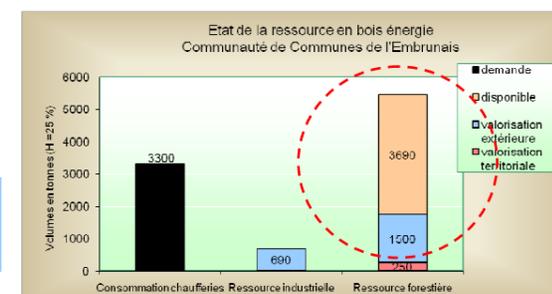
- Potentiel de développement local de l'industrie du sciage ?
- La scierie Mostachetti et Fils est intéressée (D'autres scieries voisines le sont-elle?)
- Demande de la part de chaufferies des territoires voisins ?
- Projets de cogénération ?

Des **investissements** et des **aides financières** pour aller chercher les bois aujourd'hui inexploités, qui sont nécessairement dans les zones les plus difficiles d'accès.

- Projet de desserte (pistes, plateformes)
- Recours éventuel à des méthodes d'exploitation alternatives (câble)

De l'**animation** pour motiver les propriétaires et regrouper l'offre

Impact hypothèse 2 **10 ETP** pour filière bois énergie + **x ETP** pour filière bois d'œuvre
5 400 tonnes + BO Economie de **5 180 tonnes de CO2** (**1 400** voitures en moins sur l'Embrunais)
 Stockage sous forme de bois d'œuvre de **y tonnes de carbone**



8.3 L'optimisation logistique : 2 variantes ont été testées

	Approvisionnement en flux tendu		Approvisionnement avec stockage intermédiaire	
	+	-	+	-
Coûts	Coûts moyens de la plaquette forestière verte (humidité = 45 %) : 57,6 €/tonne soit 22,2 €/MWh (y compris le prix du bois sur pied : 10 €/tonne verte)			Coûts moyens de la plaquette forestière sèche (humidité = 25 %) : 88 €/tonne soit 25,3 €/MWh (y compris le prix du bois sur pied : 10 €/tonne verte) du fait du coût du stockage (amortissement bâtiment, gestion) et de la rupture de charge.
Logistique	Simplicité (pas besoin d'équipement intercommunal de stockage)			
		Pas de stock tampon donc moins de sécurité pour l'approvisionnement	Sécurité d'approvisionnement grâce au stock tampon	
Qualité		Combustible inadapté pour les petites chaufferies (< à 1 MW)	Combustible adapté pour toutes les chaufferies, y compris les petites	
Flexibilité		Variabilité du pouvoir calorifique du combustible livré	Homogénéité du pouvoir calorifique du combustible livré	

8.4 Bilan socio-économique

Des emplois pérennes créés dans le domaine de l'exploitation forestière, du transport et de la logistique.

Des emplois et des entreprises consolidés dans le secteur de la première transformation du bois.

Des revenus pour les propriétaires forestiers publics et privés c'est-à-dire une justification pour mettre en marché leurs produits et des capacités d'investissement pour augmenter et améliorer la mobilisation du bois.

Des économies et la maîtrise de leur facture énergétique pour les possesseurs de chaufferies bois.

Annexe méthodologique

1	Principe	1
2	Evaluation de la consommation	2
2.1	Localisation des chaufferies et évaluation de leur consommation	2
2.2	Evaluation de la consommation en bois bûche.....	2
3	Evaluation de la ressource.....	3
3.1	Evaluation de la ressource forestière	3
3.1.1	Evaluation de la ressource forestière en forêt publique	3
3.1.2	Evaluation de la ressource forestière en forêt privée.....	4
3.2	Evaluation de la ressource issue de la première transformation du bois	5
3.3	Evaluation d'autres ressources	5
4	Modélisation de la chaîne d'approvisionnement et calcul des coûts de mobilisation	5
4.1	Coûts d'exploitation.....	6
4.2	Coûts de broyage.....	6
4.3	Coûts de transport	6
4.4	Coûts de stockage	6
4.5	Optimisation logistique	7
4.5.1	Localisation optimisée de la plate-forme de stockage	7
4.5.2	Enjeux environnementaux.....	7
4.5.3	Manque de desserte forestière.....	7
5	Schéma de la modélisation SyllGIS®.....	8
6	Les paramètres de calcul	9
6.1	Règles de coupe et gestion forestière	9
6.2	Paramètres spécifiques au scénario flux tendu	10
6.2.1	Paramètres généraux.....	10
6.2.2	Paramètres de broyage.....	10
6.2.3	Paramètres de transport.....	10
6.3	Paramètres spécifiques au scénario stockage intermédiaire	11
6.3.1	Paramètres généraux.....	11
6.3.2	Paramètres de broyage.....	11
6.3.3	Paramètres de transport.....	11

1. Principe

La Fédération nationale des communes forestières utilise un modèle de simulation baptisé SyllGIS® qui permet de traiter automatiquement des données altimétriques, thématiques ainsi que les données forestières produites par l'IFN. Le travail entrepris dans le cadre du programme "1000 chaufferies bois pour le milieu rural" a permis, sur la base des exemples concrets des projets pilotes tel que celui de la communauté de communes de l'Embrunais, d'intégrer également les chaufferies existantes ou en projet, la consommation de bois bûche sur le territoire, les quantités de connexes de scieries produites, des données forestières recueillies dans le cadre de leurs missions par les gestionnaires forestiers publics et privés.

2. Evaluation de la consommation

2.1 Localisation des chaufferies et évaluation de leur consommation

Chaque chaufferie ou projet de chaufferie bois est d'abord géolocalisé pour être ensuite intégré dans le SIG.

Les consommations de ces installations sont renseignées grâce au référentiel bois énergie mis en place par l'Observatoire de la forêt méditerranéenne sur l'ensemble de la région PACA.

- 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)

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

La solution retenue est d'utiliser l'étude du CEREN de 2001 réalisée pour le compte de l'ADEME. Cette étude présente entre autres le niveau d'équipement en appareils de chauffage au bois, les types d'appareil, leurs consommations respectives. et cela par région. En appliquant ces statistiques régionales, il est possible d'afficher une consommation théorique en bois bûche. En effet, les chaufferies au bois déchiqueté et granulé représentent une très faible part des appareils (en particulier en 2001 lors de l'étude).

BILAN BOIS 2001 - Climat réel
Maisons et appartements - Résidences Principales

PROVENCE-ALPES-COTE-D'AZUR

Usage bois	Appareil	Parc (en milliers)	Consommation Unitaire (en stères)	Consommation Totale (en 10 ³ stères)
Maison Base	Chaudière	13 ± 6 (47%)	12,6 ± 5,5 (43%)	164 ± 112 (68%)
	Foyers fermés	104 ± 17 (17%)	8,4 ± 0,8 (10%)	872 ± 175 (20%)
	Foyer ouvert	18 ± 7 (40%)	7,0 ± 1,7 (24%)	126 ± 61 (48%)
	Ensemble	135 ± 10 (7%)	8,6 ± 1,1 (12%)	1 162 ± 172 (15%)
Maison Appoint	Foyers fermés	115 ± 18 (16%)	3,9 ± 0,5 (13%)	453 ± 97 (21%)
	Foyer ouvert	125 ± 19 (15%)	2,9 ± 0,4 (14%)	359 ± 80 (22%)
	Ensemble	240 ± 13 (6%)	3,4 ± 0,3 (8%)	813 ± 84 (10%)
Appartement	Ensemble	24 ± 8 (35%)	4,4 ± 1,4 (31%)	105 ± 52 (50%)
Ensemble		399 ± 17 (4%)	5,2 ± 0,5 (9%)	2 080 ± 204 (10%)

3. Evaluation de la ressource

3.1 Evaluation de la ressource forestière

Deux méthodes ont été employées, l'une en forêt publique et l'autre en forêt privée.

3.1.1 Evaluation de la ressource forestière en forêt publique

L'estimation de la ressource en forêt publique s'appuie sur les documents de gestion, les aménagements, dans lesquels sont détaillés les caractéristiques des peuplements par unité infra-parcellaire (volumes sur pied à l'hectare par essence, diamètres, etc.). Les programmes de coupe permettent d'obtenir, par parcelle, les volumes présumés réalisables et les années de passage en coupe (états d'assiette).

- Le tableau renseigné par l'ONF par unité élémentaire descriptive est le suivant :

IIDT_UED	YVALI_UED	ANNEE_DEB	ANNEE_FIN	VOL_HA_FE	VOL_HA_RX	DIAM_FE	DIAM_RX	TF_CODE
----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	---------	---------	---------

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_FE	Volume sur pied feuillu à l'hectare
VOL_HA_RX	Volume sur pied résineux à l'hectare
DIAM_FE	Diamètre moyen feuillu
DIAM_RX	Diamètre moyen résineux

Les volumes présumés réalisables fournis par l'ONF sont intégrés dans SyllGIS®. Ils représentent les produits et les quantités prévus pour être mis en marché, année par année et constituent la ressource immédiatement contractualisable en cas d'accord commercial entre le propriétaire forestier et l'utilisateur.

- Le tableau renseigné par l'ONF par parcelle :

IIDT_FRT	ANNEE_COUPE	TYPE_COUPE	VPR_FE	VPR_RX	VPR_TOTAL
----------	-------------	------------	--------	--------	-----------

IIDT_FRT	Identifiant unique de chaque parcelle
ANNEE_COUPE	Année de passage en coupe
TYPE_COUPE	Type de coupe (éclaircie, régénération, etc.)
VPR_FE	Volume présumé réalisable feuillu
VPR_RX	Volume présumé réalisable résineux
VPR_TOTAL	Volume présumé réalisable total

Une opération de transfert d'attribut par localisation spatiale et par proportion de surface est opérée sur ces données afin d'obtenir des VPR par unité élémentaire descriptive et non par parcelle.

3.1.2 Evaluation de la ressource forestière en forêt privée

L'estimation de la ressource en forêt privée selon la même méthode qu'en forêt publique était impossible. Aucune forêt privée sur la communauté de communes de l'Embrunais ne bénéficiant de Plan simple de gestion (PSG), l'évaluation de cette ressource passait nécessairement par le recours à une méthode statistique.

La taille de l'échantillon est donnée par la formule $n = t^2 C_v^2 / e^2$, où C_v est le coefficient de variation exprimé en %, e l'erreur acceptable en %, t la valeur critique de la distribution de Student. En prenant comme valeur acceptable une erreur relative de 20 % (soit une fiabilité de 80 %) il faut réaliser 25 placettes par type de peuplement. Le CRPF a ainsi effectué des mesures (relevés relascopiques) dans 125 placettes réparties sur les 5 types de peuplement les plus représentés :

- Boisement lâche de conifères indifférenciés
- Boisement lâche de mélèze
- Futaie de conifères indifférenciés
- Futaie de mélèze
- Futaie de pin sylvestre

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

ID	Code_TF_IFN	Longitude	Latitude	VOL_HA_FE	VOL_HA_RX	N_PB	N_BM	N_GB	Obs
----	-------------	-----------	----------	-----------	-----------	------	------	------	-----

ID	Identifiant unique de chaque placette
Code_TF_IFN	Code des types de peuplement IFN
Longitude	Coordonnées en longitude du point de relevé
Latitude	Coordonnées en latitude du point de relevé
VOL_HA_FE	Volume sur pied feuillu à l'hectare
VOL_HA_RX	Volume sur pied résineux à l'hectare
N_PB	Nombre de petits bois
N_BM	Nombre de bois moyens
N_GB	Nombre de gros bois
Observation	Observations de terrain jugées utiles dans le cadre de l'étude

Les moyennes statistiques des volumes à l'hectare feuillus résineux, de même que les diamètres, ont été reportées sur l'ensemble des types de peuplement similaires fournis par la couche DEC (Domaine d'étude cartographique) de l'IFN. Concernant les autres types de peuplement, la moyenne des données de l'ONF en forêt publique sur ces types de peuplement a été utilisée, après application d'un coefficient extrait de l'inventaire forestier départemental de l'IFN.

3.2 Evaluation de la ressource issue de la première transformation du bois

Afin d'évaluer les volumes de sciage, les volumes de déchets et leur destination actuelle mais aussi les perspectives à moyen terme, l'unique scieur présent sur le territoire a été enquêté.

3.3 Evaluation d'autres ressources

La ressource agricole (les haies) est négligeable. La ressource en provenance de la déchèterie a été évaluée par entretien.

4. 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 pré-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 :

- Exploitation (abattage/débardage)
- Broyage
- Transport
- Stockage/séchage

Le modèle comprend une application SIG (Système d'Information géographique) capable de traiter automatiquement les données spatiales nécessaires. Le résultat de ce traitement est ensuite intégré dans la deuxième partie du modèle de simulation organisée de façon modulaire 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.

Finalité des différents modules :

- ✓ Module 1 : caractéristiques des peuplements (types, volumes, etc.) par unité de gestion
- ✓ Module 2 : volumes prélevables par assortiments (bois énergie, autres)
- ✓ Module 3 : calcul des coûts d'exploitation (bûcheronnage, débardage)
- ✓ Module 4 : calcul du coût total du combustible rendu à la chaufferie (exploitation, broyage, stockage éventuel, transport)

4.1 Coûts d'exploitation

Le modèle SyllGIS® modélise les méthodes d'exploitation les plus appropriées : bûcheronnage manuel ou mécanisé, débardage par porteur, débusqueur, câble. en fonction d'un certain nombre de critères qui dictent également le rendement de l'exploitation et donc le coût : pente, densité de la desserte, taille des bois, proportion feuillus/résineux. La pente notamment est un critère déterminant limitant l'accès des machines et dictant le rendement du bûcheronnage et du débardage. La donnée utilisée pour l'approcher est la BD ALTI 50® de l'IGN (un point tous les 50 mètres).

4.2 Coûts de broyage

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

4.3 Coûts de transport

La desserte (routes et chemins) est le résultat de l'assemblage entre la BD TOPO ® de l'IGN, la base de données "desserte" de l'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 de Pralong puis la plate-forme et les chaufferies dans le cas du scénario avec un stockage intermédiaire. Les itinéraires tiennent compte des 4 points noirs interdisant l'accès aux grumiers. 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.

4.4 Coûts de stockage

Le coût de stockage a été calculé sur la base d'exemples concrets de hangars de stockage réalisés dans d'autres régions et dont les caractéristiques correspondent aux besoins de la communauté de communes de l'Embrunais (volumes à stocker, surface).

4.5 Optimisation logistique

4.5.1 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 énergisables,
- la localisation des chaufferies et leurs consommations,
- le réseau routier.

4.5.2 Enjeux environnementaux

Les enjeux environnementaux sont intégrés dans le PAT et sont classés en trois niveaux :

- enjeux fort, en zone centrale du parc national des Ecrins,
- enjeux moyen, dans la zone périphérique du parc national des Ecrins,
- sans enjeux, sur la communauté de communes ne comprenant aucune zone d'intérêt forestier communautaire et aucune zone de protection réglementaire ou paysagère.

Les bois en zone à enjeux fort, ne peuvent être bûcheronnés que manuellement et débardés par débusqueur (impact plus faible sur le milieu). Ceci a pour effet d'augmenter considérablement les coûts d'exploitation et donc le coût global rendu chaufferie.

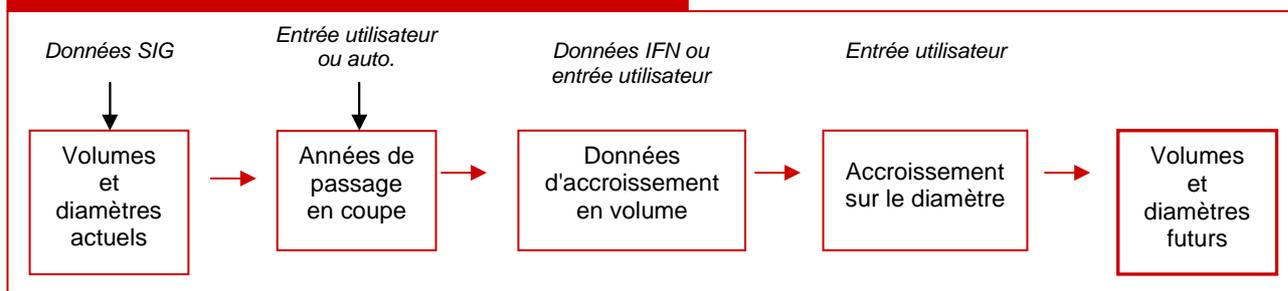
4.5.3 Desserte forestière

Le modèle SyllGIS® définit les zones où la desserte semble insuffisante en fonction de 4 critères :

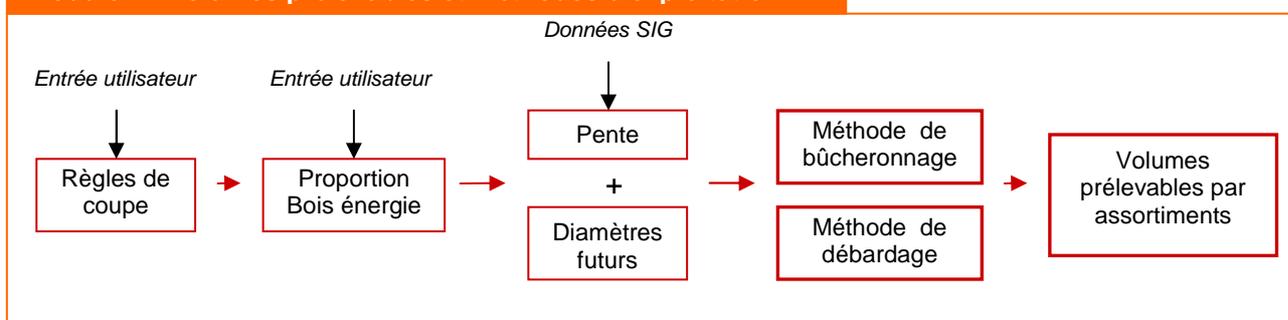
- la pente,
- la position des parcelles forestières et les volumes prélevables (bois énergie et bois d'œuvre),
- les distances de débardage,
- l'absence d'enjeux environnementaux forts.

5. Schéma de la modélisation SyloGIS®

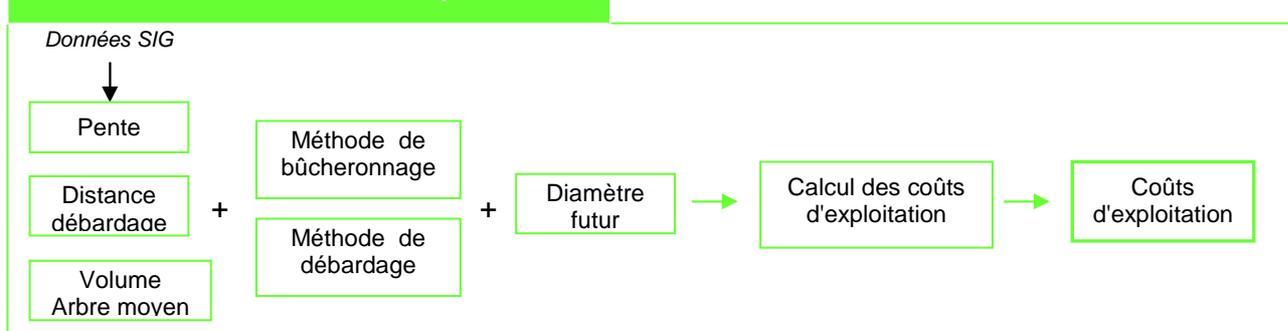
Module 1 : Volumes et diamètres futurs



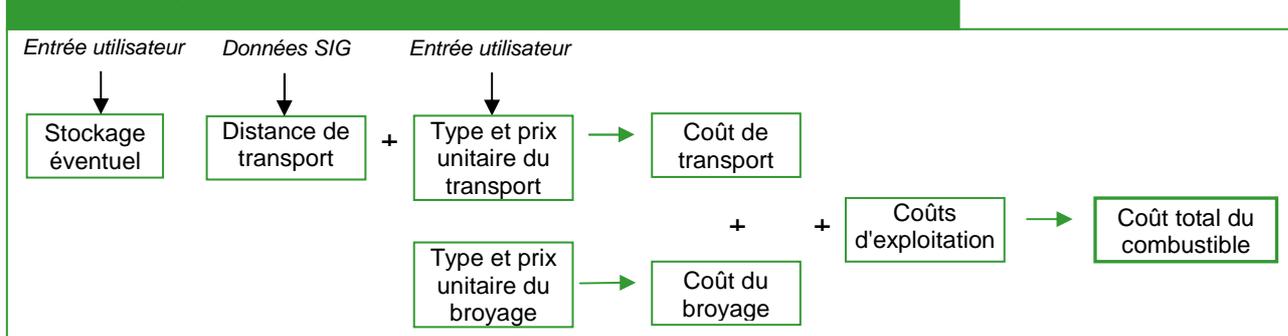
Module 2 : Volumes prélevables et méthodes d'exploitation



Module 3 : Calcul des coûts d'exploitation



Module 4 : Calcul du coût total du combustible rendu à la chaufferie



6. Paramètres de calcul

Les paramètres ci-dessous ont été discutés lors des réunions du comité d'expertise. 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 la communauté de communes (place de dépôt, réseau de desserte, pente etc.) de localiser et d'évaluer les volumes de bois énergisables mobilisables, puis d'évaluer les coûts de mobilisation correspondants.

6.1 Règles de coupe et gestion forestière

- Période analysée : **2008-2027**
- Prix du bois sur pied : **10 €/t**
- Proportion de bois énergie mobilisable par rapport au volume sur pied total :

La plupart des peuplements fournissent conjointement du bois d'œuvre (bille de pied) et du bois énergisable (petits bois ou surbilles et menus bois et branches). Dans le cas de la futaie de pin sylvestre sur le territoire de la communauté de communes de l'Embrunais, le comité d'expertise a convenu que l'ensemble des produits issus de ces coupes constituaient du bois énergisable.

Dans les tableaux ci-dessous, la futaie de pin sylvestre est donc classée dans la catégorie des peuplements à enjeu bois énergie. Les autres types de peuplements étant quant à eux classés dans la catégorie des peuplements à enjeu bois d'œuvre.

Feuillus	Peuplements à enjeu bois d'œuvre	Peuplements à enjeu bois énergie
Petits bois	0%	15%
Menus bois et branches	0%	0%

Résineux	Peuplements à enjeu bois d'œuvre	Peuplements à enjeu bois énergie
Petits bois	5%	60%
Menus bois et branches	0%	15%

- Coefficient de conversion m³ bois ronds / m³ plaquette (MAP) : 2.7
- Diamètre minimum pour produire du bois d'œuvre :
 - **30 cm** pour le feuillus
 - **20 cm** pour les résineux
- Accroissement moyen annuel sur le diamètre en % du diamètre actuel :
 - **2%** pour les feuillus
 - **1.5%** pour les résineux

- Paramètres d'exploitation :

Pente maximale pour abattage mécanisé	40%
Diamètre maximal feuillu pour abattage mécanisé	25 cm
Diamètre maximal résineux pour abattage mécanisé	50 cm
Pente maximale pour porteur	40 cm
Diamètre maximal feuillu pour porteur	50 cm
Diamètre maximal résineux pour porteur	50 cm
Pente maximale pour débusqueur	Aucune

- Règles de passage en coupe :

	Peuplements à enjeu bois d'œuvre	Peuplements à enjeu bois énergie
Volume minimum pour passage en coupe	150 m ³	100 m ³
Diamètre feuillu moyen minimum feuillu pour passage en coupe	10 cm	10 cm
Diamètre moyen minimum résineux pour passage en coupe	10 cm	10 cm
Taux de prélèvement maximum	40%	80%
Volume minimum à maintenir après coupe	100 m ³	aucun

6.2 Paramètres spécifiques au scénario flux tendu

6.2.1 Paramètres généraux

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

6.2.2 Paramètres de broyage

Le broyage est effectué sur les places de dépôt, en forêt, avec une machine de broyage tractée munie d'un moteur autonome. Le coût de broyage est de **3.50 €/MAP**.

6.2.3 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 70 €.

6.3 Paramètres spécifiques au scénario avec un stockage intermédiaire

6.3.1 Paramètres généraux

- Calcul en intégrant un lieu de stockage : **Oui**
- Coût de stockage: **3.5€/MAP**
- Taux d'humidité de la plaquette forestière : **25%**

6.3.2 Paramètres de broyage

Le broyage est effectué sur la plate-forme de stockage avec une machine de broyage autonome ou semi-remorque. Le coût de broyage est de **2.8 €/MAP**.

6.3.3 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 semi-remorque benne basculante. Capacité de chargement 80 MAP, temps de chargement / déchargement 1/2 heure pour un prix horaire de 90 €/h. Le camion est chargé sur la plate-forme de stockage par un chargeur 8 tonnes.