

Figure 1 : Photographie aérienne (1950-1965) et zone d'étude (source : Géoportail)





Figure 1 : Carte de Cassini et zone d'étude (source : Géoportail)



Figure 2 : Carte de l'état-major (1802-1866) et zone d'étude (source : Géoportail)



## II. Etat des lieux de la forêt à l'échelle du projet

### A. Données abiotiques générales

#### 1. Données topographiques

La zone d'étude est comprise entre 260 et 270 mètres d'altitude. Elle se compose d'un vaste plateau sur lequel la pente est très faible (< 5%).

L'emprise élargie se situe dans la région forestière IFN « Garrigues » qui englobe toute la zone centrale du département du Gard. Elle est implantée au cœur d'un vaste plateau calcaire, bordé au sud par la plaine agricole d'Uzès et au nord par les premiers reliefs ardéchois.

L'étage de végétation à ces altitudes est le mésoméditerranéen.

#### 2. Données climatiques

Les données climatiques de La Bruguière sont les suivantes (d'après climate-data.org) :

- Moyenne annuelle des hauteurs de précipitations : 777 mm
- Moyenne des précipitations des 3 mois estivaux : 141 mm
- Température moyenne annuelle : 12,5 °C
- Température moyenne du mois le plus froid (Janvier) : 4,1°C
- Nombre de mois dont les températures minimales moyennes sont inférieures à 0° : Aucun

Le diagramme ombrothermique indique qu'il y a sécheresse estivale au sens de Gaussen ( $P < 2T$ ) sur le seul mois de Juillet mais que les trois mois estivaux ont une tendance sèche ( $P < 3T$ ). Ceci indique une altération du climat mésoméditerranéen.

Le climat est méditerranéen subhumide. Les précipitations sont irrégulièrement réparties au cours de l'année, au printemps et surtout à l'automne et souvent orageuses. Elles tombent en moins de 80 jours et peuvent se montrer dévastatrices (épisodes Cévenols). Les hivers sont relativement doux.

Les deux vents principaux sont le Mistral (vent froid de secteur Nord) et le Marin (vent chaud et humide de secteur Sud-Est).

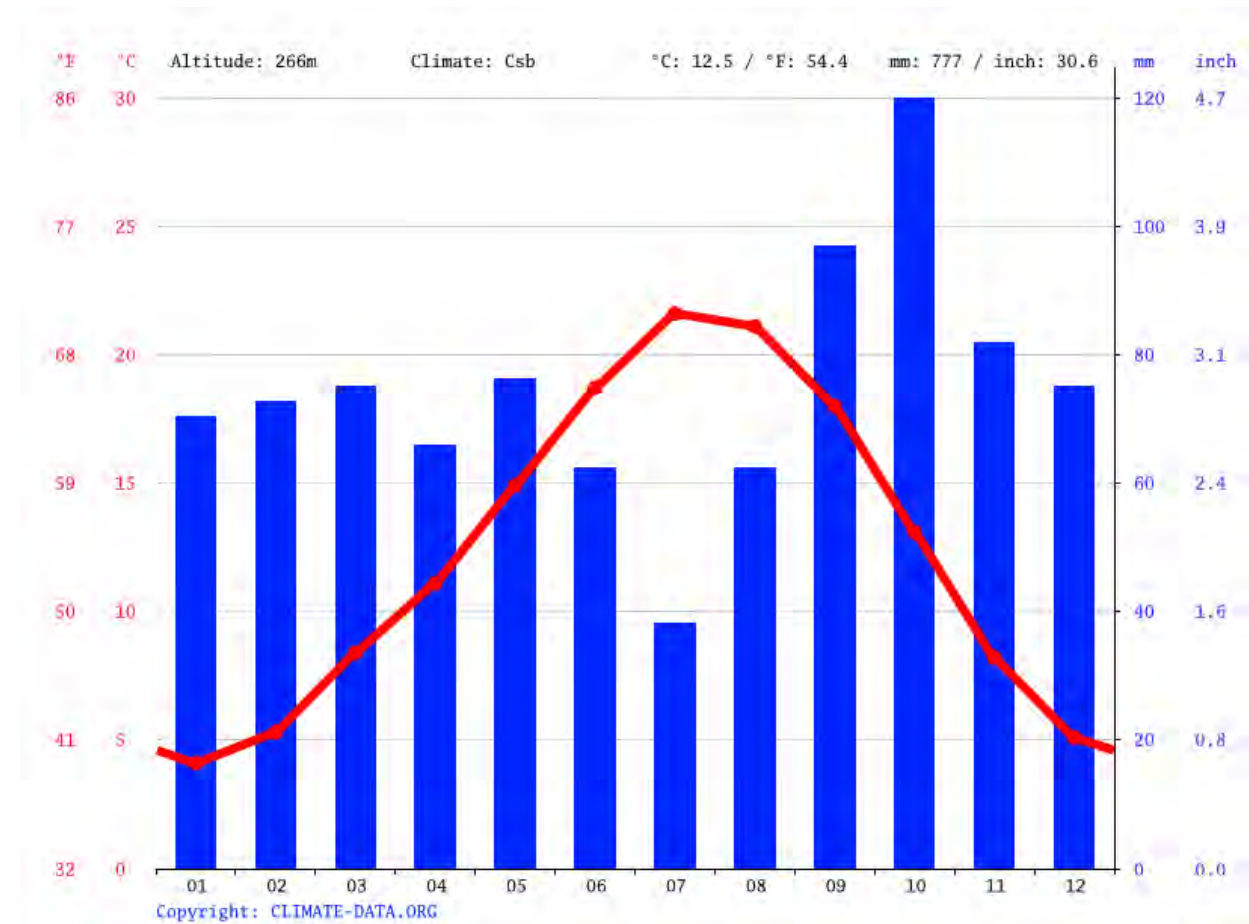


Figure 2 : Diagramme ombrothermique – La Bruguière – (Source : climate-data.org)



### 3. Données géologiques et pédologiques

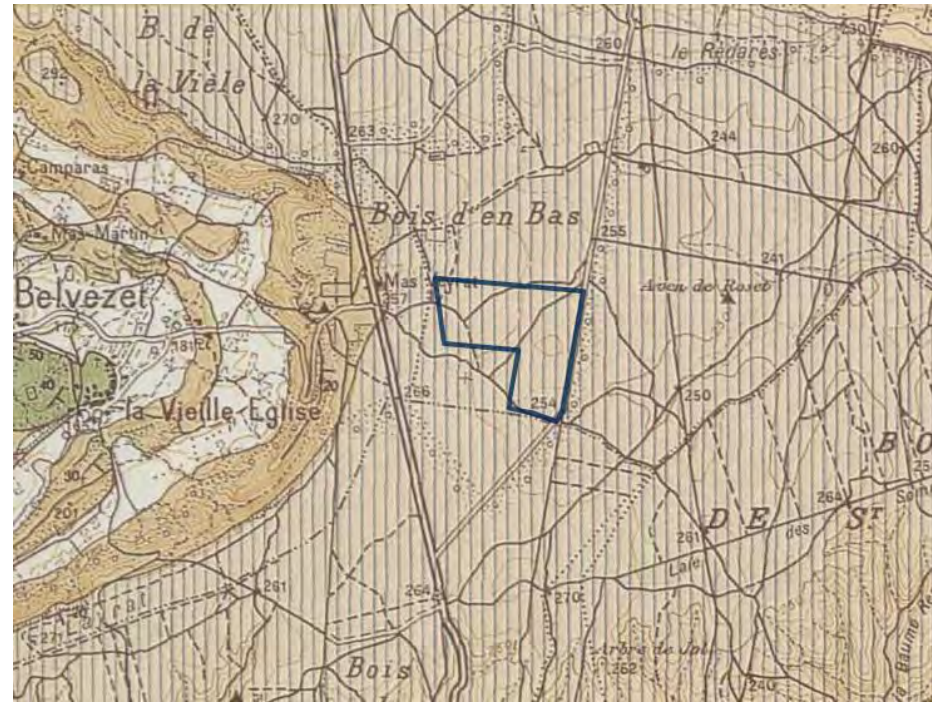


Figure 3 : Carte géologique de la zone d'étude (source :géoportail)

La zone d'étude est installée sur la formation géologique N4bU - Calcaire Urgonien (Barrémien supérieur) : c'est un calcaire récifal blanc éblouissant, très pur (99,5% de CaCO3), cryptocristallin, compact, généralement massif ou en bancs très épais et de patine grisâtre.

La totalité de la zone est assise sur des calcaires récifaux fragmentés en surface en gros blocs. Entre les blocs calcaires, le réseau de chenaux et de fissures est rempli d'un limon argileux de couleur brune.



Figure 4 : Fosse réalisée sur la zone d'étude

Un chapitre complémentaire « Caractérisation des sols » de la présente étude détaille avec plus de précisions les caractéristiques des sols dans leur état initial.

### 4. Typologie de station

Sources : « Gestion des taillis de chênes vert et pubescent dans les garrigues du Gard : analyse du milieu et de la productivité des peuplements » (T. Curt, C Marsteau, Ingénieries – EAT, IRSTEA édition 1997, p.71 - p.84).

« Croissance, production et conduite des peuplements de cèdre de l'Atlas – F. Courbet, JM Courdier, N Mariotte et F Courdier, Forêt entreprise n°174, 2007, p40-44 »

« Jean Ladier, Freddy Rey, Philippe Dreyfus. Guide des sylvicultures de montagne pour les Alpes du sud françaises. ONF Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, 306 p., 2012, 978-2-84207-352-7. fffhal-02809918f

« Analyse de la croissance juvénile sur trois essences résineuses : cèdre, pin noir et pin de Salzman, dans le reboisement de Belvezet, J. Toth ; Forêt méditerranéen, t IV, n°2, 1982 »

« Roux A., Dhôte J.-F. et al Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050. Rapport d'étude pour le Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, INRA et IGN, 101 p. + 230 p. (annexes) »

Une station correspond à une zone sur laquelle les conditions de croissance des arbres sont homogènes (climat, sol, topographie, ...). Elle reflète la fertilité forestière et n'est pas forcément liée à la réalité des peuplements forestiers en place.

D'après le plan d'aménagement de la forêt communale de la Bruguière, la forêt se situe en station peu sèche sur calcaire à climat méso méditerranéen (Mmcp).

La station est pauvre car sèche, donc les potentialités de production sont réduites :

Chêne vert : la production brute est de 1 à 1,5 m3/ha/an.

Résineux : la production brute est de 1 à 3 m3/ha/an.

Ces données issues de l'aménagement forestier de la forêt communale de la Bruguière sont contredites par les productivités mesurées sur le terrain. En effet, sur ces plateaux, la flore n'est pas en équilibre avec les stations du fait des perturbations historiques (pâturage) et les sols qui semblent très peu épais mais présentent de grosses hétérogénéités avec des poches profondes, invisibles, de sol profond.

Pour estimer la potentialité du **chêne vert** de la zone d'étude, nous avons utilisé l'étude de T.Curt et al. qui détermine une classe de potentialité en termes de croissance pour le chêne vert et le chêne pubescent en fonction du type de sol sur lequel le peuplement est assis. Les critères utilisés pour le classement sont l'âge et la hauteur des bois. Elle comprend 4 classes de potentialités (1, 2, 3, 4), la classe 4 étant la moins bonne.

Vu la pédologie de la zone d'étude (calcaires durs cristallins en gros bancs très fissurés et facturés à pendage oblique) et la hauteur des peuplements (6 m.), la zone d'étude est comprise en classe de potentialité 3. La production est donc estimée entre **1 m3 et 1,5 m3/ha/an**, niveau d'accroissement corroboré par la production inscrite au plan d'aménagement.

Le modèle de croissance du **cèdre**, présenté dans le Guide des sylvicultures de montagne Alpes du Sud est exprimé en hauteur dominante en fonction de l'âge et permet de définir 4 classes de fertilité. Les critères utilisés pour la définition de la classe de fertilité sont l'âge du peuplement et sa hauteur dominante. L'âge du peuplement étant connu (38 ans), la classe de fertilité a été définie en fonction de la hauteur dominante du peuplement.



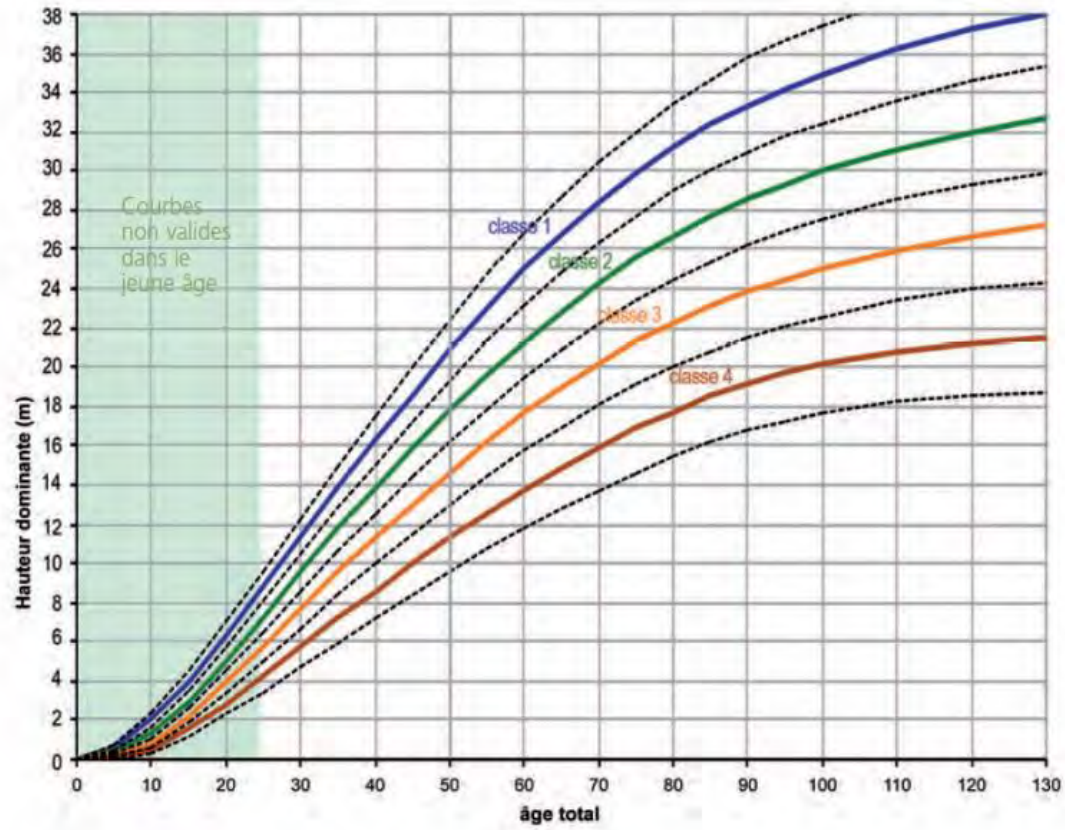
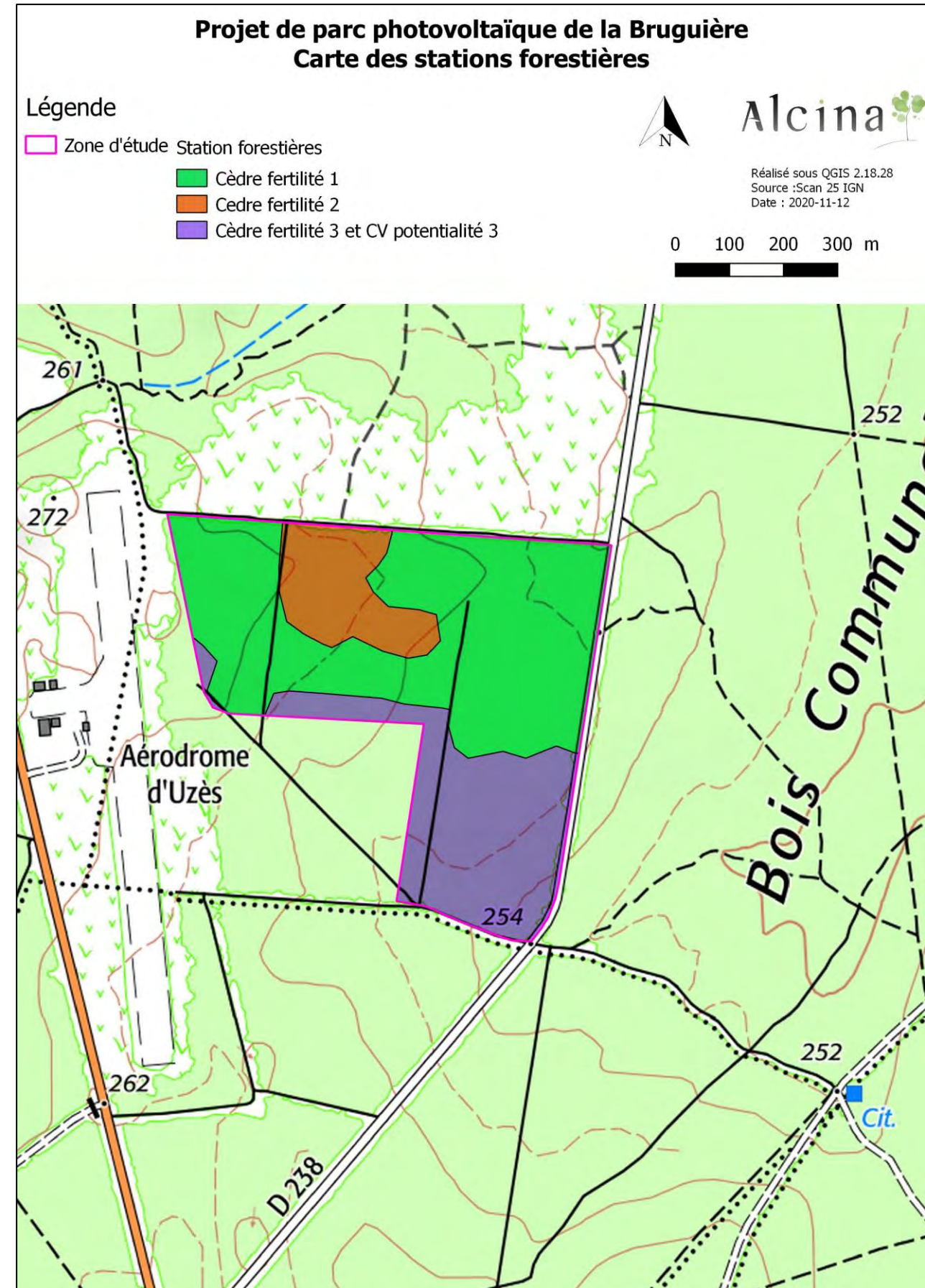


Figure 5 : Classe de fertilité du Cèdre en France

Les mesures dendrométriques de terrain et les sources bibliographiques ont conduit à diviser la zone d'étude en trois niveaux de fertilité. Du fait de la présence du cèdre sur la plus grande partie du projet, les niveaux stationnels sont qualifiés à partir de la classe de fertilité pour cette essence:

- Classe de fertilité 1 : hauteur dominante 16 m, productivité estimée à 7,5m<sup>3</sup>/ha/an
- Classe de fertilité 2 : hauteur dominante 15 m, productivité estimée à 5,5m<sup>3</sup>/ha/an
- Classe de fertilité 3 : hauteur dominante 11 m, productivité estimée à 4,5m<sup>3</sup>/ha/an



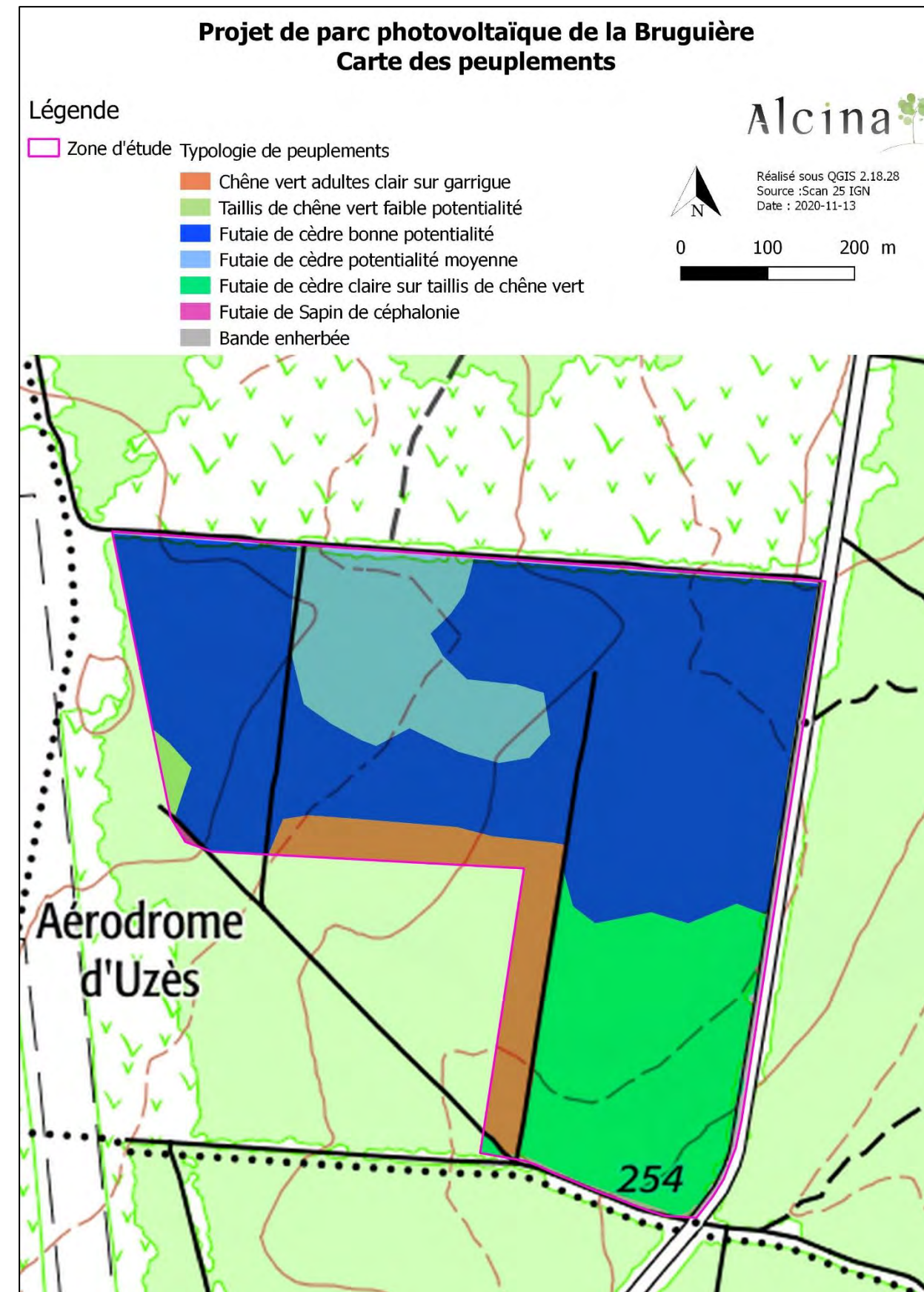
## B. Peuplements forestiers

Ces données sont issues d'une photo-interprétation réalisée sur une orthophotographie de 2018 et d'une validation de terrain par parcours exhaustif du terrain, réalisé le 21 Octobre 2020.

Lors du parcours sur le terrain, les données écologiques, dendrométriques et relatives à la qualité des bois et aux usages ont été relevées. Le tableau ci-après indique les types de peuplements relevés.

6 peuplements forestiers et un peuplement non forestier (bande enherbée) ont été relevés. Le tableau ci-dessous présente les différents types de peuplements et les surfaces interceptées par la zone d'étude :

Code	Type de peuplement	Surfaces interceptées par la zone d'étude (ha)
CVSG	Chêne vert adulte clair sur garrigue	2,8
TCVF	Taillis de chêne vert faible potentialité	0,2
FCD	Futaie de cèdre bonne potentialité	21,1
FCDM	Futaie de cèdre potentialité moyenne	4,7
FCDCV	Futaie de cèdre claire sur taillis de chêne vert	7,7
FSC	Futaie de sapin de Céphalonie	0,03
BE	Bande enherbée	0,9
	<b>Total</b>	<b>37,5</b>



## 1. Description des peuplements dans la zone d'étude

Les données sont présentées par types de peuplement, ces derniers intégrant le type de station.

CVSG	Chêne Vert adulte clair Sur Garrigue			Surface 2,8 ha
Station	Types de station	Potentialité 3	Productivité forestière	1,5 m <sup>3</sup> /ha/an
Peuplement	Type	<p>Type de peuplement résultant d'une coupe rase des pins noirs, les brins de chêne vert présent en mélange n'ont pas été coupés. Le couvert forestier est proche de 25 % d'où un volume de bois très faible.</p> <p>Densité de chêne vert : 150 tiges/ha</p> <p>Strate arbustive composée de chêne kermès, cistes, buis et ronces.</p> <p>Des rejets de souches de chêne vert sont présents sur ce type de peuplement (environ 100 souches/ha). Un peuplement de chêne vert clair se formera si rien n'est fait.</p> <p>Strate herbacée composée de brachypodes rameux.</p>		Qualité : Bois de chauffage
	Age	40 à 50 ans pour les plus âgés	Hauteur	6 m
	Volume	5 m <sup>3</sup> /ha	Diamètre moyen	10 cm



TCV	Taillis de Chêne Vert faible potentialité				Surface 0,2 ha
Station	Type de station	Potentialité 3	Productivité forestière	1,25 m3/ha/an	
Peuplement	Type	<p>Taillis de chêne vert adulte (30 ans) au couvert forestier fermé (80%). Peuplement difficilement pénétrable en raison de forte densité de brins de chêne vert (2000 tiges/ha).</p> <p>Ce taillis de hauteur modeste (6 m) présente des tiges dont le diamètre n'excède pas les 10 cm.</p> <p>La strate arbustive est composée de salsepareille, fragon petit houx et de troène.</p> <p>La strate herbacée est très peu présente.</p>			Valorisation actuelle :  Bois de chauffage
	Age	30 ans	Hauteur	6 m	
	Volume	15 à 20 m3/ha	Diamètre	6 cm	





<b>FCD</b>	<b>Futaie de Cèdre bonne potentialité</b>			Surface 21,1 ha		
<b>Station</b>	<b>Types de station</b>	classe de fertilité 1	<b>Productivité forestière</b>	7,5 m3/ha/an		
Peuplement	Type	<p>Futaie de cèdre (38 ans) issue de plantation FEOGA datant de 1982.</p> <p>Le couvert forestier relativement ouvert (75%) en raison des interventions sylvicoles ayant été réalisées il y a quelques années (2013) : ouverture de cloisonnements et éclaircie sélective dans l'interbande. La densité de tiges est actuellement de 500 tiges/ha.</p> <p>La hauteur moyenne du peuplement de cèdre est de 14 m. La hauteur dominante est de 16 m. Le diamètre moyen des arbres est de 25 cm.</p> <p>La strate arbustive est claire avec dominance de buis. Présence de genévrier et de quelques mattes éparses de chêne vert en accompagnement.</p> <p>La strate herbacée est bien installée et composée de brachypode rameux.</p> <p>Bon état sanitaire du peuplement.</p> <p>Une bande de quelques mètres de ce type de peuplement est élaguée et débroussaillée aux abords de la départementale et des pistes DFCl.</p>			<p>Valorisation actuelle :</p> <p>Bois de trituration, palette</p>	
		Age	38 ans	Hauteur		14 m
		Volume	130 m <sup>3</sup> /ha	Diamètre		25-30 cm



<b>FCD</b>	<b>Futaie de Cèdre potentialité moyenne</b>			Surface 4,7 ha		
<b>Station</b>	<b>Types de station</b>	classe de fertilité 2	<b>Productivité forestière</b>	5,5 m <sup>3</sup> /ha/an		
<b>Peuplement</b>	<b>Type</b>	<p>Type de peuplement majoritaire sur la zone d'étude. Futaie de cèdre (38 ans) issue de plantation FEOGA datant de 1982.</p> <p>Couvert forestier relativement ouvert (75%) en raison des interventions sylvicoles ayant été réalisées il y a quelques années (2013) : ouverture de cloisonnements et éclaircie sélective dans l'interbande. La densité de tiges est actuellement de 500 tiges/ha.</p> <p>Strate arbustive est claire avec dominance de buis. Présence de genévrier et de quelques mattes éparses de chêne vert en accompagnement.</p> <p>La strate herbacée est bien installée et composée de brachypode rameux.</p> <p>Bon état sanitaire du peuplement.</p> <p>Une bande de quelques mètres de ce type de peuplement est élaguée et débroussaillée aux abords de la départementale et des pistes DFCl.</p>			<b>Valorisation actuelle :</b>  <b>Bois de trituration, palette</b>	
		<b>Age</b>	38 ans	<b>Hauteur</b>		14 m
		<b>Volume</b>	100 m <sup>3</sup> /ha	<b>Diamètre</b>		25 cm



FCDCV	Futaie de Cèdre claire sur taillis de chêne vert			Surface 7,7	
Station	Types de station	classe de fertilité 3	Productivité forestière	Cèdre : 4 m <sup>3</sup> /ha/an Chêne vert : 1,5 m <sup>3</sup> /ha/an  Moyenne : 3 m <sup>3</sup> /ha/an	
Peuplement	Type	<p>Futaie de cèdre (38 ans) issue de plantation FEOGA datant de 1982 au sein d'un taillis de chêne vert.</p> <p>Le peuplement de cèdre est majoritaire (60%) sur le taillis de chêne vert (40%). Le couvert forestier est relativement ouvert (75%) en raison des interventions sylvicoles ayant été réalisées il y a quelques années (2013) : ouverture de cloisonnements et éclaircie sélective dans l'interbande.</p> <p>La densité de tiges de cèdre est actuellement de 150 tiges/ha. La hauteur moyenne du peuplement de cèdre est de 11 m. Le diamètre moyen des cèdres est de 20 cm.</p> <p>La densité de tiges de chêne vert est actuellement de 450 tiges/ha. La hauteur moyenne du taillis est de 6 m. Le diamètre moyen des tiges est de 10 cm.</p> <p>La strate arbustive majoritairement composée de chêne vert.</p> <p>La strate herbacée est bien installée et composée de brachypode rameux.</p> <p>Bon état sanitaire du peuplement.</p> <p>Une bande de quelques mètres de ce type de peuplement est élaguée et débroussaillée aux abords de la départementale et des pistes DFCI.</p>			
		Age	Cèdre : 38 ans Chêne vert : 40 ans	Hauteur	Cèdre : 11 m Chêne vert : 6 m
		Volume	Cèdre : 30 m <sup>3</sup> /ha Chêne vert : 10 m <sup>3</sup> /ha	Diamètre	Cèdre : 20-25 cm Chêne vert : 5-10 cm



<b>FSC</b>	<b>Futaie de Sapin de Céphalonie</b>				Surface 0,03 ha
<b>Station</b>	<b>Types de station</b>	Classe de fertilité 1 et 3	<b>Productivité forestière</b>	6,5 m3/ha/an	
<b>Peuplement</b>	<b>Type</b>	Futaie de sapin de Céphalonie âgée de 38 ans issue des plantations FEOGA de 1982.			
		Peuplement très fermé (couvert forestier 90%) aucune intervention n'ayant été réalisée depuis la plantation.			
	Densité de tiges : 900 tiges/ha				
	<b>Age</b>	38 ans	<b>Hauteur</b>	11 m	
	<b>Volume</b>	70 m3/ha	<b>Diamètre</b>	30 cm	



## C. Autres données générales

Ces données sont issues des sources de données bibliographiques disponibles, complétées par des relevés de terrain.

### a) Habitats naturels

La zone d'étude est incluse dans la ZNIEFF n°910011812 de type II « Plateau de Lussan et massifs boisés ».

Les habitats naturels et espèces font l'objet d'un diagnostic spécifique à l'échelle de la zone de projet.

### b) Monuments historiques

Sans objet.

### c) Équilibre sylvo-cynégétique

La chasse est pratiquée par la Diane Bruguiéroise, société de chasse de la Bruguière.

Des miradors sont présents le long des chemins pour la chasse aux sangliers. Des bauges et arbres frottés ont été relevés attestant de la forte présence des sangliers sur le secteur. Du petit gibier (lièvre, lapin, perdrix, faisant) est présent du fait de la juxtaposition de milieux ouverts et de zones plus fermés.



Figure 6 : souche de cèdre frottée par les sangliers

### d) Risques

#### (1) Risque d'incendie

Le Plan Départemental de Protection des Forêts Contre l'Incendie du Gard est en cours de révision et non disponible pour le moment. Dans le précédent PDPFCI du Gard (2012-2018), la zone d'emprise élargie est classée au sein de l'entité garrigue, pour laquelle le risque incendie est défini comme élevé, du fait d'un climat sec et d'épisodes de vent fort réguliers.

La zone d'étude (représentée en jaune sur la carte ci-dessous) est située sur une zone dans laquelle le niveau d'aléa est modéré à très élevé. En moyenne, le niveau d'aléa incendie de la zone d'étude est élevé.

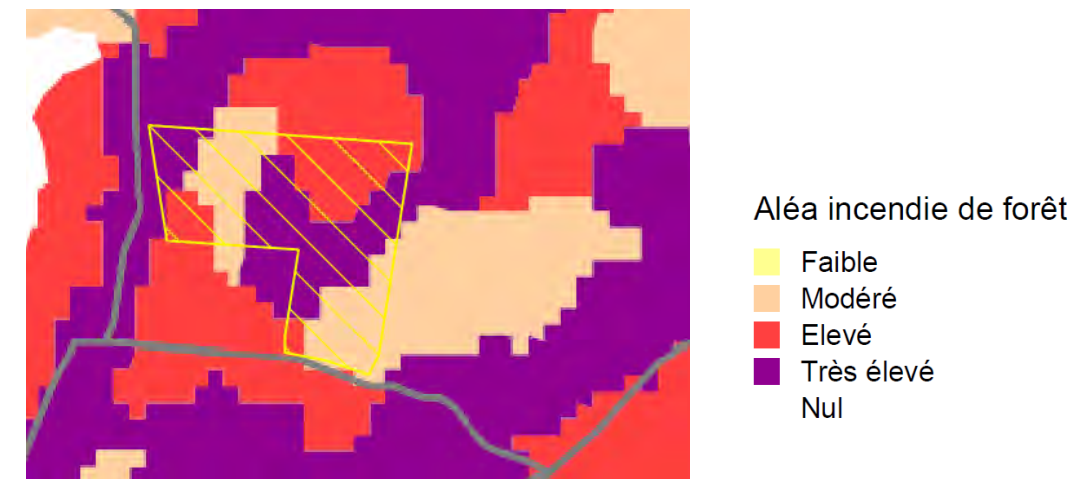


Figure 7 : Zone d'étude sur la carte d'aléa incendie (source : PDPFCI 30 2012-2018)

Un feu a parcouru la zone d'étude le 18/08/1976 :

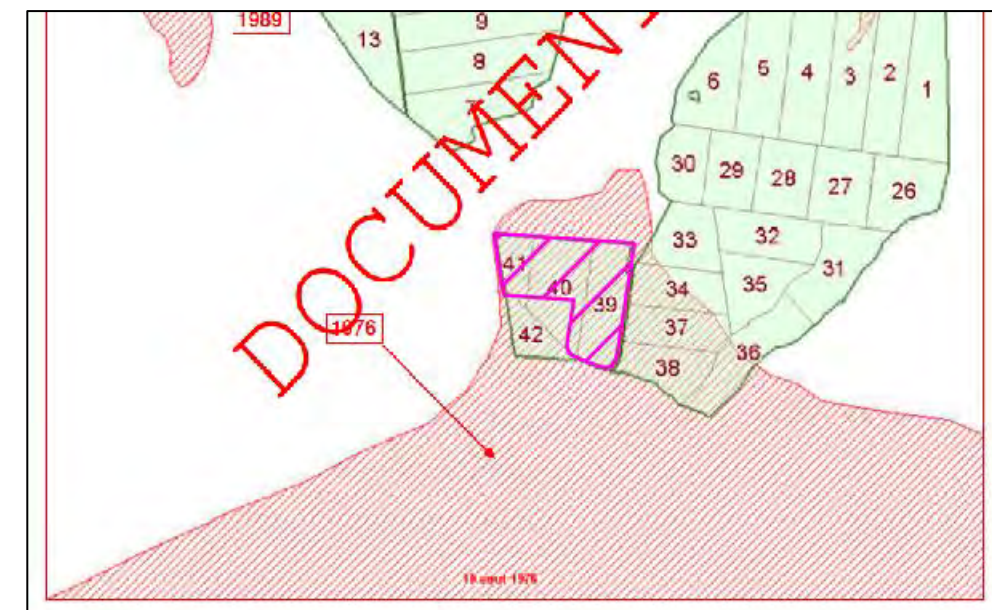


Figure 8 : Contour du feu de 1976 sur la zone d'étude (source : Plan d'aménagement forestier de la FC de la Bruguière)



L'étude de la base de données Prométhée révèle un seul incendie sur la commune de La Bruguière sur les 20 dernières années. Ce feu date de l'année 2000 et a parcouru 4 hectares. Sur les communes voisines de Belvézet et Montaren-et-Saint-Médiers, on dénombre respectivement 5 incendies et 3 entre 2000 et 2020 pour une surface brûlée de respectivement 13,5 et 0,7 hectares.

Les surfaces des communes étudiées sont les suivantes :

- La Bruguière : 1643 ha
- Belvézet : 2286 ha
- Montaren-Saint-Médiers : 1942 ha

Risque moyen annuel :

- La Bruguière : **0,012 %** de la surface communale brûlée/an (sur une période de 20 ans)
- Belvézet : **0,03 %** de la surface communale brûlée/an (sur une période de 20 ans)
- Montaren-et-Saint-Médiers : **0,002 %** de la surface communale brûlée/an (sur une période de 20 ans)

Le risque incendie sur la zone se caractérise par :

- Un risque estival comme hivernal
- Un feu de puissance modéré et rapide dans la zone de végétation basse de type garrigue, un feu de puissance plus importante dans les secteurs de taillis de chêne vert.
- Une topographie plane impactant peu l'avancée du feu, essentiellement lié au vent et au type de végétation.
- De nombreuses activités humaines à proximité immédiate du site (Aéroport) et donc des enjeux humains et matériels forts
- Un réseau de pistes DFCI important

Le tome 3 « étude DFCI » de la présente étude détaille avec plus de précision le risque incendie de la zone étudiée.

## (2) Risques phytosanitaires

La phase de prospection de terrain réalisée en Octobre 2020 n'a pas permis d'observer de problèmes sanitaires sur les essences arborées.

## (3) Autres risques naturels

La zone d'étude est située en zone de sismicité 3 (modérée) et en zone « d'Aléa inondation rare ou millénial – par débordement de cours d'eau »

## a) Usages de la forêt

D'après le Plan d'Aménagement ONF, la chasse est pratiquée par la Diane Bruguiéroise (association de chasse communale), individuellement pour le petit gibier, en équipe et en battue pour le sanglier, pour un prix de location de 426 € en 2012 (soit un peu plus de 0,5 €/ha).

La pratique de la chasse est avérée, des cartouches abandonnées ont été observées.

Hormis la chasse, la forêt ne fait pas l'objet d'une fréquentation régulière du public. Il n'existe pas de sentiers de randonnées pédestre. Seuls de petits sentiers en cours de fermeture utilisés par les chasseurs sont présents sur la forêt.

## 2. Fonctions de la forêt

La forêt joue de nombreuses fonctions environnementales : entre autres régulation et épuration des eaux dans le sol, fixation de CO2 et épuration de l'air, accueil de la biodiversité, paysage.

La fonction de fixation du CO2 est proportionnelle à la productivité des peuplements. Dans le cas étudié, la constitution de sols par stockage progressif de matière organique constitue une source notable de fixation de ce CO2.

Cette thématique est traitée dans une l'étude « bilan carbone induit par le défrichement ».

Les thématiques de la biodiversité et du paysage sont traitées dans l'étude d'impact.

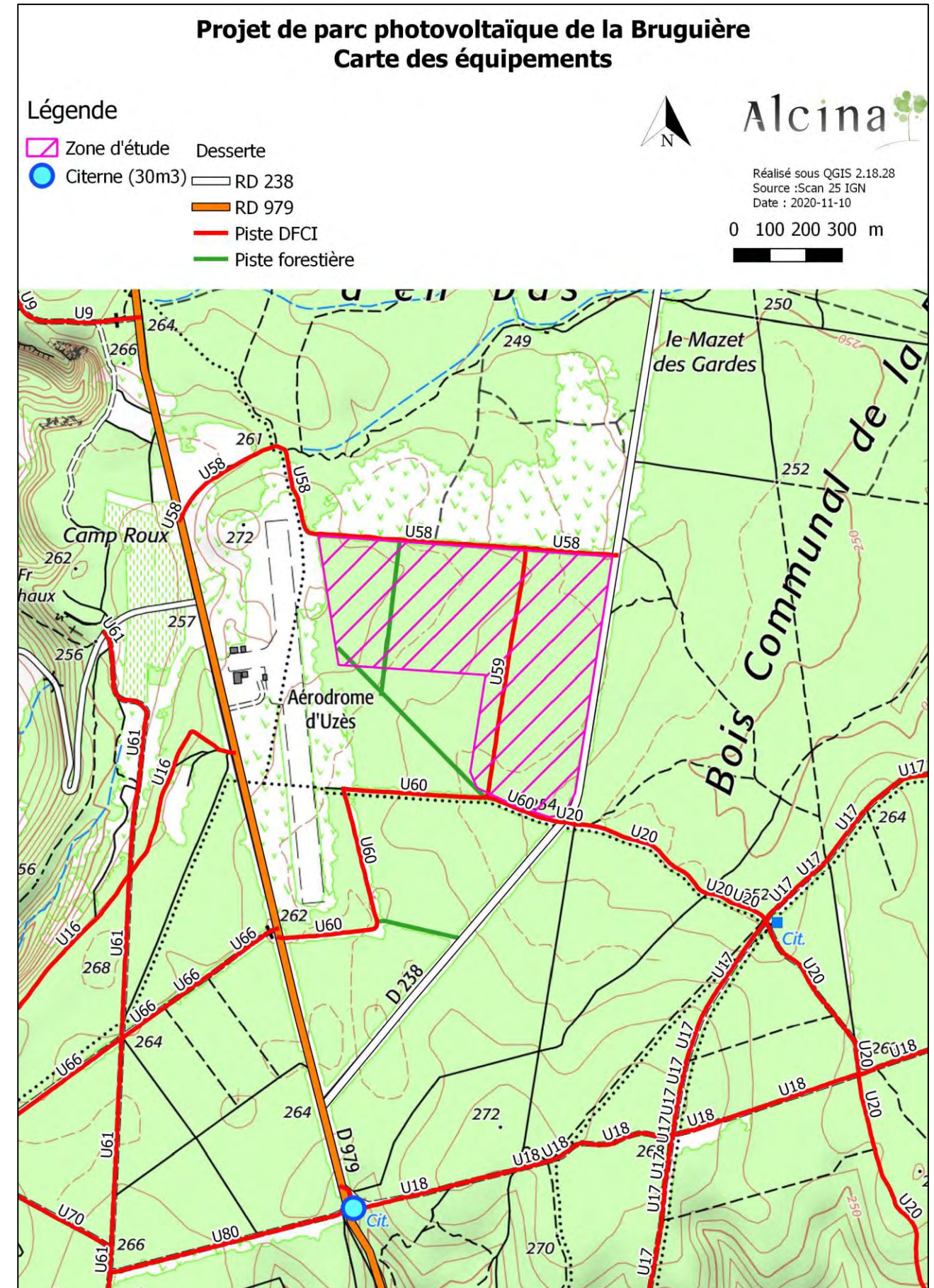


## D. Équipement et gestion de la forêt

### 1. Équipement

L'accès principal à la zone d'étude se fait par l'Ouest via la RD 238 puis une piste DFCI : U60 au Sud et U58 au Nord. L'entrée peut également se faire par l'Est via la RD979 puis la piste DFCI U58. La zone d'étude est traversée par la piste DFCI U59.

La citerne la plus proche se trouve au sud de la zone d'étude à proximité de la RD 979, elle a un volume de 30m3 et se situe à moins de 3 km.



## 2. Plan de gestion

Les parcelles concernées sont situées dans la forêt communale de la Bruguière qui dispose d'un plan d'aménagement pour la période 2012-2031.

## 3. Subventions

La zone étudiée pour l'implantation du parc photovoltaïque est entièrement située en forêt communale de La Bruguière.

Le plan d'aménagement indique que les plantations présentes ont été réalisées avec le Fonds Européen d'Orientation et de Garantie Agricole (FEOGA).

Les investissements réalisés à partir de 1982, sur fonds européens, ne sont pas reportés dans le Plan d'Aménagement ONF de 2012.

L'arrêté préfectoral d'attribution de subventions par le ministère de l'agriculture du 19/05/81 indique que la commune de la Bruguière a bénéficié d'une subvention de 40% du montant total pour les boisements considérés.

Le montant de cette subvention est de 4 695 F/ha soit à 1796 €/ha au taux de conversion Franc/Euro INSEE de 2019. (Le remboursement des subventions est traité dans le tome 2 « impacts et mesures ».)

Les informations recueillies sur les plantations réalisées à la même époque dans la forêt communale de Belvézet, permettent d'établir le niveau d'investissement total de plantation à 17 000 Francs/hectares (soit 5815 € au taux de conversion Franc/Euro INSEE de 2019). Cet investissement est ainsi décomposé :

Equipements (chemins d'accès, pare-feu)	1 000 F/ha
Préparation du sol (débroussailluse, sous-solage, rasette)	4 000 F/ha
Plants de cèdre en godet	4 000 F/ha
Plantation	4 000 F/ha
Regarnis, entretien	1 000 F/ha
Traitements phytosanitaires	1 500 F/ha
Entretien des équipements	1 500 F/ha
<b>Total</b>	<b>17 000 F/ha</b>

Ce dernier montant de 5 815 €/ha sera retenu pour le calcul de la valeur des unités forestières puisqu'il permet de prendre en compte l'ensemble des travaux ayant été effectués pour l'installation des peuplements.





### III. Valeur des unités forestières

#### A. Méthodologie

Il s'agit dans ce chapitre de compléter l'analyse forestière par un classement de la valeur des différents types constitués au précédent chapitre, sur la base du croisement des types de peuplement et de la fertilité des stations en matière de production de bois.

Deux approches sont menées pour cette analyse de la valeur :

- Une approche en valeur relative permettant de comparer la valeur des peuplements impactés par le projet par rapport à d'autres milieux forestiers à l'échelle du massif ou du département, sont associés dans le calcul de la valeur des unités forestières, la valeur actuelle des bois et la production potentielle liée à la station forestière.
- Une approche en valeur technique traditionnellement adoptée dans l'évaluation des dégâts occasionnés à une forêt.

##### 1. Approche en valeur relative

Cette approche vise à affecter aux milieux forestiers impactés par le projet une valeur sur une échelle d'impact, comme cela est réalisé pour les impacts écologiques, paysagers ou hydrauliques. Il s'agit d'identifier à l'échelle départementale et du massif une valeur de 1 à 10 pour le type de milieu impacté et d'affecter une valeur aux peuplements de la zone de projet. Sont associées dans le calcul de la valeur des unités forestières, la valeur actuelle des bois et la production potentielle liée à la station forestière.

Les autres aspects de la valeur forestière (fonction de protection, valeur écologiques, accueil du public, usages cynégétique et pastoraux, ...) sont écartés de cette analyse dans la mesure où ils sont pris en charge par les autres états des lieux et études d'impacts menés, et sont intégrés dans l'étude générale.

**Une note de 1 à 5 (très faible à exceptionnelle) est affectée pour chacune des unités forestières, sur la base de la fonction de production de la forêt, notée en rapport à la productivité moyenne départementale.**

**L'échelle comparative utilisée est celle du département du Gard. Les peuplements de référence utilisés sont :**

- **Les futaies de cèdre et de sapin de Céphalonie regroupées dans le type « Autres futaies de conifères »**
  - Productivité moyenne du type « autre futaie de conifère » en forêt soumise dans le Gard : **5,7 m<sup>3</sup>/ha/an.**
  - Volume moyen sur pied type « autre futaie de conifère » en forêt soumise dans le Gard : **125 m<sup>3</sup>/ha**
- **La futaie de cèdre sur taillis de chêne vert regroupée dans le type « Autres futaies de conifères mêlées de taillis »**
  - Productivité moyenne du type « autre futaie de conifère » en forêt soumise dans le Gard : **3,5 m<sup>3</sup>/ha/an.**
  - Volume moyen sur pied type « autre futaie de conifère mêlées de taillis » en forêt soumise dans le Gard : **102 m<sup>3</sup>/ha**
- **Le taillis de chêne vert,**
  - Productivité moyenne des taillis de chêne vert en forêt soumises dans le Gard : **1,3 m<sup>3</sup>/ha/an.**
  - Volume moyen sur pied du chêne vert dans la sylvo-écorégion des garrigues : **18,1 m<sup>3</sup>/ha**



## B. Tableaux des notes et fertilités par potentialité et production

NOTES	FERTILITES	Potentialité (m <sup>3</sup> /ha/an)		
		Échelle locale		
		Futaie de conifères	Taillis de chêne vert	Futaie de conifères mêlée de chêne vert
1	Très faible	< 1	< 0,5	< 1
2		1 à 1,5	0,5 à 0,7	1 à 2
3	Faible	1,5 à 3	0,7 à 0,9	2 à 2,5
4	Modérée	3 à 5	0,9 à 1,1	2,5 à 3
5	<b>Moyenne</b>	5 à 6	1,1 à 1,3	3 à 3,5
6	Correcte	6 à 6,5	1,3 à 1,6	3,5 à 4
7	Forte	6,5 à 7,5	1,6 à 2	4 à 5
8		7,5 à 8	2 à 2,5	5 à 6
9	Très forte	8 à 9	2,5 à 3	6 à 7
10	Excep. <sup>lle</sup>	> 10	> à 3	> 7

NOTES	FERTILITES	Production de bois (m <sup>3</sup> sur pied / ha)		
		Futaie de conifères	Taillis de chêne vert	Futaie de conifères mêlée de chêne vert
1	Très faible	Zone ouverte	Zone ouverte	Zone ouverte
2		< 50 m <sup>3</sup>	< 5 m <sup>3</sup>	< 30 m <sup>3</sup>
3	Faible	50 – 100 sans bois d'œuvre potentiel	5 - 10 m <sup>3</sup> sans bois d'œuvre potentiel	30 – 75 m <sup>3</sup> sans bois d'œuvre potentiel
4	Modérée	50 – 100 avec bois d'œuvre potentiel	10 - 15 m <sup>3</sup> sans bois d'œuvre potentiel	30 – 75 m <sup>3</sup> avec bois d'œuvre potentiel
5	<b>Moyenne</b>	100 – 125 m <sup>3</sup> sur pied	15 - 20 m <sup>3</sup> sur pied	75 – 100 m <sup>3</sup> sur pied
6	Correcte	125 – 150	20 – 25 m <sup>3</sup> sur pied	100 - 125 m <sup>3</sup>
7	Forte	150 – 200 m <sup>3</sup> , bois d'œuvre < 25 %	30 - 50 m <sup>3</sup> sans bois d'œuvre potentiel	125 – 150 m <sup>3</sup> , bois d'œuvre < 25 %
8		150 – 200 m <sup>3</sup> , bois d'œuvre > 25 %	30 - 50 m <sup>3</sup> , bois d'œuvre > 25 %	125 - 150 m <sup>3</sup> , bois d'œuvre > 25 %
9	Très forte	> 200 m <sup>3</sup> , tout produits	50 - 70 m <sup>3</sup> , bois d'œuvre > 25 %	> 150 m <sup>3</sup> , tout produits
10	Excep. <sup>lle</sup>	> 250 m <sup>3</sup> , bois d'œuvre > 25 %	> 75 m <sup>3</sup> , bois d'œuvre > 25 %	> 150 m <sup>3</sup> , bois d'œuvre > 25 %



C. Tableau de synthèse des notes de valeurs relatives affectées à chaque unité forestière

Unité forestière	Nom unité forestière	Echelle de production	Potentialité forestière	Production actuelle	Somme des notes	Note production
<b>CVSG</b>	Chêne vert adulte clairs sur garrigue	Taillis de chêne vert	5	2	<b>7</b>	Faible
<b>TCVF</b>	Taillis de chêne vert faible potentialité	Taillis de chêne vert	5	4	<b>9</b>	Moyenne
<b>FCD</b>	Futaie de cèdre bonne potentialité	Autre futaie de conifères	8	6	<b>14</b>	Forte
<b>FCDM</b>	Futaie de cèdre potentialité moyenne	Autre futaie de conifères	5	5	<b>10</b>	Moyenne
<b>FCDCV</b>	Futaie de cèdre claire sur taillis de chêne vert	Autres futaies de conifères mêlées de taillis	5	3	<b>8</b>	Moyenne
<b>FSC</b>	Futaie de sapin de Céphalonie	Autre futaie de conifères	3	3	<b>6</b>	Faible

Somme des Notes	Note production
$X < 4$	Très faible
$4 \leq X < 8$	Faible
$8 \leq X < 12$	Moyenne
$12 \leq X < 16$	Forte
$X \geq 16$	Très forte



# Projet de parc photovoltaïque de la Bruguière Carte des valeurs relatives

## Légende

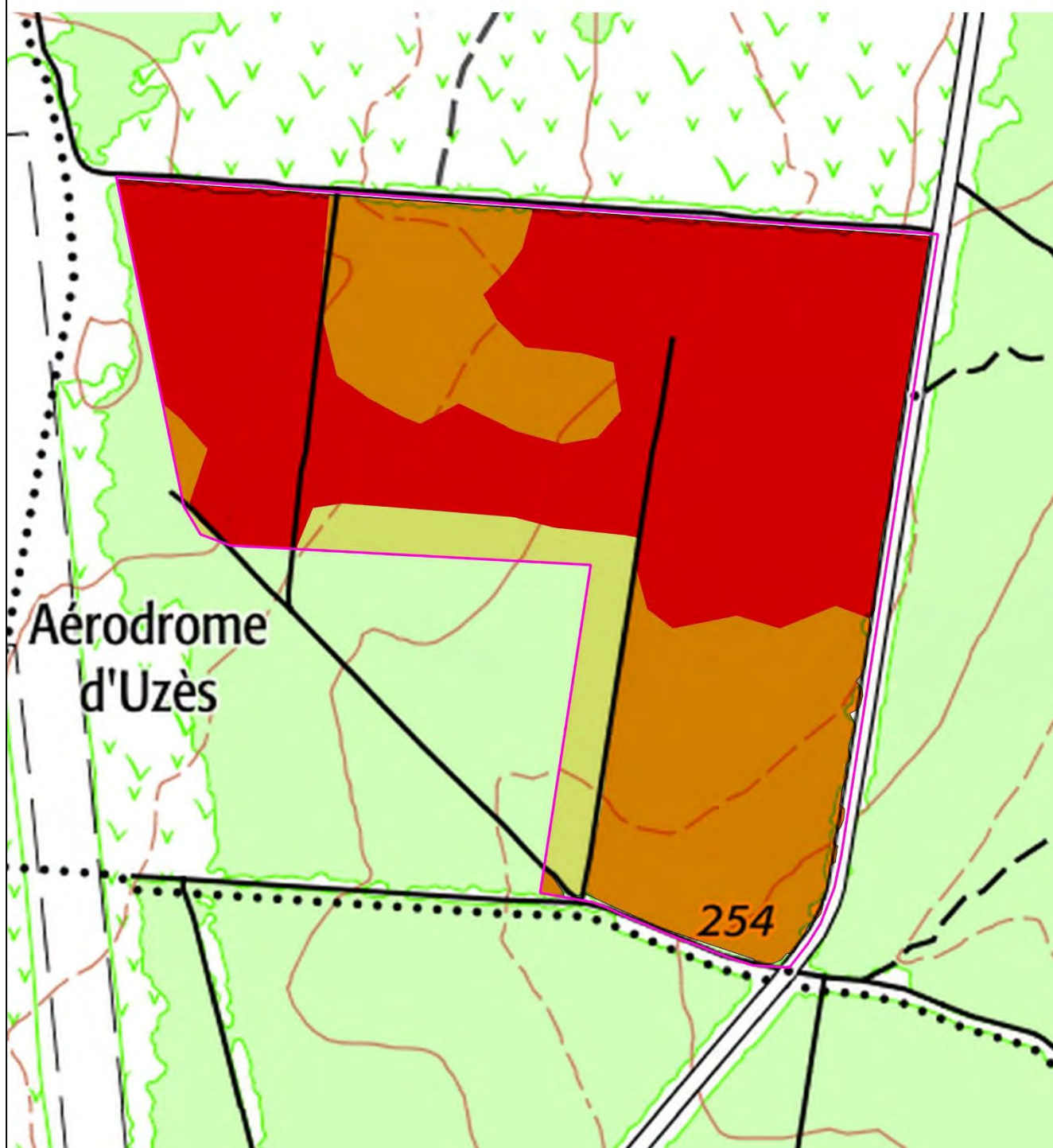
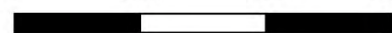
- Zone d'étude Valeur relative
- Nul
- Faible
- Moyenne
- Forte



Alcina

Réalisé sous QGIS 2.18.28  
Source : Scan 25 IGN  
Date : 2020-11-13

0 100 200 300 m



## 1. Approche en valeur technique

L'approche en valeur technique des peuplements forestiers impactés est menée sur la base du guide méthodologique de l'expertise en évaluation forestière (CNIEFEB 2015).

La valeur technique d'une forêt est composée d'un ensemble d'éléments représentant ce qui constitue la valeur affectée à la forêt et qui va permettre d'approcher sa valeur vénale (la somme qui est consentie par un acheteur et un vendeur dans l'échange d'un bien) :

- **Le fond**, constitué du sol et des équipements de la forêt, c'est le prix d'une terre nue à vocation forestière, cette valeur est approchée par un prix de marché, nous retiendrons la somme de **800 €/ha** correspondant à une moyenne nationale
- **Le capital cynégétique** correspond au revenu assuré par la chasse sur la forêt. Dans le cas d'une commune en ACCA ou d'une forêt concédée gratuitement à une société de chasse communale (pratique courante en forêt communale du Gard), on cite souvent la valeur moyenne des locations de chasse, soit environ 4 €/ha. Au taux d'actualisation de 6,5% correspondant à un risque moyen sur la location, le capital cynégétique est de 61 €.

Le capital d'administration correspond aux coûts de gestion de la forêt. Ici, dans le cadre d'une gestion d'une forêt communale gérée par l'ONF, ils sont fixés à 5 €/an (frais de garderie augmentés des frais courants de gestion de la forêt – délimitation, ...). Les frais de maîtrise d'œuvre sont intégrés comme des dépenses techniques.

- **La superficie**, traduisant la valeur des bois. Nous approchons cette valeur par la « **valeur d'attente** », mode de calcul de la valeur adapté aux forêts non arrivées à maturité et n'ayant pas occasionné de frais pour leur constitution.

La **valeur d'attente (ou d'avenir)** se calcule par la formule suivante :

$$Va = \frac{Ru + Eq * t^{u-q} - (f + ca)(t^{u-m} - 1) - Dq * t^{u-q}}{t^{u-m}}$$

*Ru = revenus de la récolte finale à l'âge d'exploitabilité (u)*

*Eq = revenus des éclaircies après l'estimation (m) u : âge d'exploitabilité*

*f = fonds (valeur retenue : 800 €) t = taux d'actualisation (1+1,5%)*

*m : Age actuel du peuplement Dq = dépenses techniques après l'estimation*

*ca = capital d'administration*

*Dq = dépenses techniques après l'estimation*

La **valeur technique** se définit comme étant la somme de la valeur actuelle d'attente, du fond et du capital cynégétique. Ces données sont variables pour les types de peuplement de la zone élargie.

Les modèles de sylviculture proposés sont issus :

- Du plan d'Aménagement de la forêt de la Bruguière (ONF)
- Du Règlement Type de Gestion AEF Jérôme Louvet pour le Languedoc Roussillon
- De la base de données bibliographique (Forêt-entreprise n°174)

Les prix de vente des bois sur pied sont basés sur des prix de vente observés dans des ventes privées en 2019 et 2020 dans le Gard et l'Hérault, soit :

- 12 €/m<sup>3</sup> pour le bois de cèdre qualité bois industrie
- 30 €/m<sup>3</sup> pour le bois de cèdre qualité bois d'œuvre,
- 15 €/m<sup>3</sup> pour le bois de chauffage feuillu.



<b>Type de peuplement : CVSG – Chêne vert adulte clair sur garrigue</b>		
Ce type de végétation est nommé ici à titre indicatif car il ne fera concrètement jamais l'objet d'une sylviculture au regard au faible volume sur pied. Le traitement retenu serait la coupe rase à 60 ans pour les cépées de chêne vert. Le volume prélevé lors de la coupe rase dans 20 ans est estimé à <b>10 m3/ha</b> Des dépenses techniques à hauteur de 5 €/ha sont appliqués sur ce type de peuplement.		
Age du peuplement : 40 ans		Age d'exploitabilité : 60 ans
Fonds : 800 €	Taux d'actualisation : 0 %	Capital d'administration = 5 €
<b>Valeur actuelle d'avenir = 225 €/ha</b>		<b>Valeur technique = 1076 €/ha</b>

<b>Type de peuplement : TCV – Taillis de chêne vert faible potentialité</b>		
Pour ce peuplement, le traitement retenu est le taillis simple coupé ras à 60 ans. Aucuns travaux sylvicoles prévus. Le volume prélevé à la prochaine coupe est estimé à <b>55 m3/ha</b> Des dépenses techniques à hauteur de 5 €/ha sont appliqués sur ce type de peuplement.		
Age du peuplement : 30 ans		Age d'exploitabilité : 60 ans
Fonds : 800 €	Taux d'actualisation : 0,7 %	Capital d'administration = 5 €
<b>Valeur actuelle d'avenir = 518 €/ha</b>		<b>Valeur technique = 1 379 €/ha</b>

<b>Type de peuplement : FCD – Futaie de cèdre bonne potentialité</b>		
Les dépenses et recettes passées sont évaluées ainsi : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantation, entretiens et regarnis 17 000 Francs en 1982, soit 5815 €</li> <li>- Eclaircie prélevant 40m3/ha en 2013</li> </ul> Ce type de peuplement de sera conduit par éclaircie régulière tous les 14 ans tel que défini dans le plan d'aménagement de la forêt communale de la Bruguière. Les éclaircies prélèveront 25 % du volume sur pied. La prochaine éclaircie est prévue en 2028 : volume prélevé <b>46 m3/ha</b> Eclaircies suivantes tous <b>les 14 ans</b> (rotation définie dans le PA de la forêt communale) au même taux de prélèvement. Volume moyen prélevé par éclaircie : <b>70 m3/ha</b> Coupe d'ensemencement à 116 ans, prélèvement 80 % : volume prélevé : <b>266 m3/ha</b> Coupe rase à 122 ans : volume prélevé : <b>107 m3/ha</b> Des dépenses techniques à hauteur de 30 €/ha sont appliqués sur ce type de peuplement.		
Age du peuplement : 38 ans		Age d'exploitabilité : 120 ans (âge exploitabilité défini dans le plan d'aménagement de la forêt communale)
Fonds : 800 €	Taux d'actualisation : 0,7 %	Capital d'administration = 5 €
<b>Valeur actuelle d'avenir = 8 160 €/ha</b>		<b>Valeur technique = 9 021 €/ha</b>



<b>Type de peuplement : FCD – Futaie de cèdre potentialité moyenne</b>		
Les dépenses et recettes passées sont évaluées ainsi :		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantation, entretiens et regarnis 17 000 Francs en 1982, soit 5815 €</li> <li>- Eclaircie prélevant 40m3/ha en 2013</li> </ul>		
Ce type de peuplement sera conduit par éclaircie régulière tous les 14 ans tel que défini dans le plan d'aménagement de la forêt communale de la Bruguière.		
Les éclaircies prélèveront 30 % du volume sur pied (la sylviculture de l'ONF préconise des prélèvements d'autant plus forts que la fertilité est faible)		
La prochaine éclaircie est prévue en 2028 : volume prélevé <b>42 m3/ha</b>		
Eclaircies suivantes tous <b>les 14 ans</b> (rotation définie dans le PA de la forêt communale) au même taux de prélèvement. Volume moyen prélevé par éclaircie : <b>57 m3/ha</b>		
Coupe d'ensemencement à 116 ans, prélèvement 80 % : volume prélevé <b>172 m3/ha</b>		
Coupe rase à 122 ans : volume prélevé <b>73 m3/ha</b>		
Des dépenses techniques à hauteur de 30 €/ha sont appliqués sur ce type de peuplement.		
Age du peuplement : 38 ans		Age d'exploitabilité : 110 ans
Fonds : 800 €	Taux d'actualisation : 0,4 %	Capital d'administration = 5 €
<b>Valeur actuelle d'avenir = 7 287 €/ha</b>		<b>Valeur technique = 8 148 €/ha</b>

<b>Type de peuplement : FCDCV – Futaie de cèdre sur taillis de chêne vert</b>		
Ce type de peuplement de sera conduit par éclaircie régulière tous les 14 ans tel que défini dans le plan d'aménagement de la forêt communale de la Bruguière.		
Les éclaircies prélèveront 35 % du volume sur pied (la sylviculture de l'ONF préconise des prélèvements d'autant plus forts que la fertilité est faible)		
La prochaine éclaircie est prévue en 2028 : volume prélevé <b>18 m3/ha</b>		
Eclaircies suivantes tous <b>les 14 ans</b> (rotation définie dans le PA de la forêt communale) au même taux de prélèvement. Volume moyen prélevé par éclaircie : <b>20 m3/ha</b>		
Coupe d'ensemencement à 116 ans, prélèvement 80 % : volume prélevé <b>47 m3/ha</b>		
Coupe rase à 122 ans : volume prélevé <b>21 m3/ha</b>		
Des dépenses techniques à hauteur de 30 €/ha sont appliqués sur ce type de peuplement.		
Age du peuplement : 38 ans		Age d'exploitabilité : 110 ans
Fonds : 800 €	Taux d'actualisation : 0 %	Capital d'administration = 5 €
<b>Valeur actuelle d'avenir = 2 892 €/ha</b>		<b>Valeur technique = 3 753 €/ha</b>

<b>Type de peuplement : FSC – Futaie de sapin de Céphalonie</b>		
Les dépenses et recettes passées sont évaluées ainsi :		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantation, entretiens et regarnis 17 000 Francs en 1982, soit 5815 €</li> </ul>		
Ce type de peuplement de sera conduit par éclaircie régulière tous les 14 ans tel que défini dans le plan d'aménagement de la forêt communale de la Bruguière.		
Une première intervention est prévue dans 8 ans pour ouvrir des cloisonnements et réaliser une éclaircie sélective dans l'interbande. Prélèvement : 30 % du volume sur pied. Volume prélevé <b>16 m3/ha</b>		
Eclaircie suivantes tous <b>les 14 ans</b> au même taux de prélèvement de 30 %, prélevant en moyenne <b>23 m3/ha</b>		
Coupe d'ensemencement à 116 ans, prélèvement 80 % : volume prélevé <b>56 m3/ha</b>		
Coupe rase à 122 ans : volume prélevé <b>25 m3/ha</b>		
Des dépenses techniques à hauteur de 30 €/ha sont appliqués sur ce type de peuplement.		
Age du peuplement : 38 ans		Age d'exploitabilité : 110 ans
Fonds : 800 €	Taux d'actualisation : 0 %	Capital d'administration = 5 €
<b>Valeur actuelle d'avenir = 3 387 €/ha</b>		<b>Valeur technique = 4 248 €/ha</b>



## 2. Synthèse des enjeux forestiers

La somme des deux notes obtenues (valeur relative et valeur absolue) permet de déterminer l'enjeu forestier de chaque peuplement.

La valeur relative est notée de 1 (très faible) à 5 (très forte). Elle est additionnée à la valeur technique notée de 1 à 5 également, les bornes étant fixées à 1 500 €, 3 000 €, 7 500 €, et 10 000 €.

Le tableau de correspondance entre le note cumulée et l'enjeu forestier du peuplement est présenté ci-dessous :

Enjeux forestiers	Note cumulée
Très faibles	$X \leq 2$
Faibles	$2 < X \leq 4$
Modérés	$4 < X \leq 6$
Forts	$6 < X \leq 8$
Très forts	$X > 8$

Le tableau ci-dessous présente les enjeux forestiers pour chaque type de peuplement de la zone d'étude.

Unités forestières	Nom UF	Valeur relative		Valeur technique (€/ha)		NOTE (X)	ENJEUX FORESTIERS
CVSG	Chêne vert adulte clair sur garrigue	Faible	2	1 076 €/ha	1	3	Faibles
TCVF	Taillis de chêne vert faible potentialité	Moyenne	3	1 379 €/ha	1	4	Faibles
FCD	Futaie de cèdre bonne potentialité	Forte	4	9 021 €/ha	4	8	Forts
FCDM	Futaie de cèdre potentialité moyenne	Moyenne	3	8 148 €/ha	4	7	Forts
FCDCV	Futaie de cèdre claire sur taillis de chêne vert	Moyenne	3	3 743 €/ha	3	6	Modérés
FSC	Futaie de Sapin de Céphalonie	Faible	2	4 248 €/ha	3	5	Modérés





# Projet de parc photovoltaïque de la Bruguière Carte des enjeux forestiers

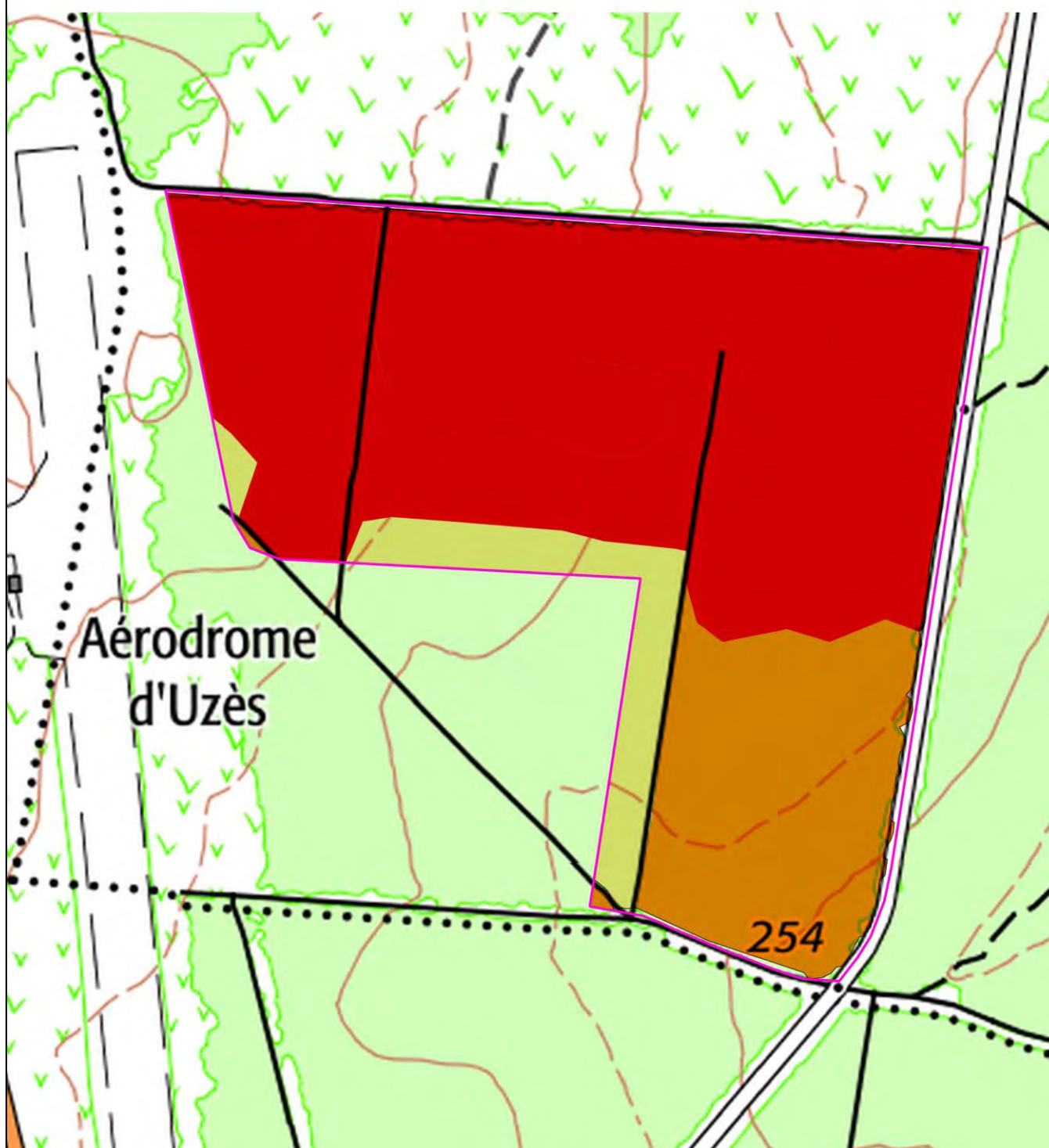
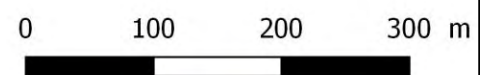
## Légende

- Zone d'étude Enjeux forestiers
- Nuls
- Faibles
- Modérés
- Forts



Alcina

Réalisé sous QGIS 2.18.28  
Source : Scan 25 IGN  
Date : 2020-11-13



## D. Analyse des valeurs des unités forestières

### 1. Productivité

La zone d'étude est scindée entre des plantations de cèdres issus des plantations FEOGA et les peuplements forestiers autochtones de la région. On trouve d'ailleurs un peuplement mélangé de cèdre et de chêne vert. Une toute petite poche de sapin de Céphalonie est également présente en limite de peuplement.

L'ensemble des facies sont implantés sur un plateau calcaire présentant de très faibles pentes et un sol à la profondeur limitée. On observe sur l'ensemble du site des gros blocs de calcaire et une pierrosité relativement élevée.

Des nuances entre les stations forestières sont présentes et l'on observe de nettes différences de productivité notamment sur les peuplements de cèdre.

Le peuplement majoritairement présent sur la zone d'étude (futaie de cèdre bonne potentialité) a une productivité supérieure à la moyenne régionale. Les autres peuplements présents sur la zone d'étude ont des productivités forestières en accord avec les moyennes régionales.

Les volumes de bois sur pied des plantations de cèdre sont relativement faibles en raison des interventions sylvicoles relativement récentes. La qualité des bois est généralement médiocre (usages actuellement limités au bois énergie et d'industrie ainsi qu'au bois de chauffage pour le chêne vert) mais présentent un potentiel de production de bois d'œuvre pour l'avenir.

Les conditions d'exploitation sont aisées sur l'ensemble de la zone d'étude.

La gestion de cette forêt est commode et son potentiel de production est prometteur. La fertilité des stations de cèdre est moyenne à bonne, les peuplements sont installés et aménagés, ils vont entrer en phase de production du bois.

### 2. Synthèse

La forêt est propice à une production forestière avec un débouché vers les filières de bois d'industrie et de bois d'œuvre pour le cèdre (à l'avenir). Le chêne vert est valorisable en bois de chauffage.

La majorité des peuplements étudiés sont susceptibles d'assurer une production forestière à court (5 ans), moyens (20 ans) et long terme (50 ans) à l'exception du peuplement de chêne vert clair sur garrigue dont la production forestière est plus anecdotique.

Sur la totalité de la zone d'étude de 37,5 ha la répartition des enjeux forestiers est la suivante :

Enjeux forestiers	Surface (ha)	%
Nul	0,9	2%
Très faibles	0	0%
Faibles	3	8%
Modérés	7,7	21%
Forts	25,8	69%
Très forts	0	0%
Total	37,5	100%



Etude Bilan Carbone Défrichement -  
ALCINA, 2020 (Tome 4)

Document  
n°19.146/ 31

## I. Evaluation des impacts flux de CO2

### Productivité forestière

La productivité forestière est utilisée très largement dans les évaluations de production de biomasse forestière et de stockage de CO2 dans la suite de cette expertise. Nous avons approché cette notion par le biais des données d'accroissements et autoécologiques issus des résultats du « Troisième inventaire forestier » pour le département du Gard (IFN, 1999) et des articles « Gestion des taillis de chênes vert et pubescent dans les garrigues du Gard : analyse du milieu et de la productivité des peuplements » (T. Curt, C Marsteau, Ingénieries – EAT, IRSTEA édition 1997, p.71 - p.84) et « Croissance, production et conduite des peuplements de cèdre de l'Atlas – F. Courbet, JM Courdier, N Mariotte et F Courdier, Forêt entreprise n°174, 2007, p40-44 »

	Type de peuplement	Surface impactée par le projet (ha)	Surface impactée par les OLD (ha)	Volumes unitaires (m3/ha)	Volume total (m3/ha)	Part bois d'œuvre (%)	Accroissement (m3/ha/an)
CVSG	Chêne vert adulte clair sur garrigue	0,1	2,8	5	0,5	0	1,5
TCVF	Taillis de chêne vert faible potentialité	-	0,2	17,5	-	0	1,3
FCD	Futaie de cèdre bonne potentialité	15,3	5,8	130	1 989	10	7,5
FCD M	Futaie de cèdre potentialité moyenne	3,7	0,9	100	370	10	5,5
FCDC V	Futaie de cèdre sur taillis de chêne vert	5,3	2,4	40	212	5	3
FSC	Futaie de sapin de Céphalonie	-	0,03	70	-	10	2
BE	Bande enherbée	0,1	0,9	-	-	-	-
<b>Total</b>		<b>24,5</b>	<b>13</b>		<b>2 571</b>		

### Modèles sylvicoles

Les modèles sylvicoles utilisés dans la suite de l'étude, pour évaluer les quantités de biomasse susceptibles d'être produites sur la zone d'étude sont issus du plan d'Aménagement de la forêt communale de la Bruguière (2012-2031).

Deux scénarios sont ainsi comparés :

- Défrichage,
- Application d'une gestion durable

Les modèles sylvicoles, sur une période de 40 ans, correspondent à ceux utilisés dans le tome 1 de l'étude forestière. Les effets des changements climatiques, totalement incertains, ne sont pas pris en compte dans cette approche. Ils ne conduiraient qu'à réduire l'écart entre les 2 scénarios examinés.

# Fixation de carbone

## Sources

- Forêt et carbone, comprendre, agir, valoriser – S. Martel, L. Casset, O. Gleizes, FRANSYLVA – CNPF 2015
- Carbone et forêts – Réflexions et propositions sur la diversité des filières carbonées forestières, Forêts sauvages, FRAPNA, LPO – 2015
- Stock et flux de carbone dans les forêts françaises – J.L. Dupouey – Revue Forestière Française LII – Projet CARBOFOR
- Séquestration de carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France – D. Lousteau INRA - 2004
- Comparison of the several methods to estimate of the sampling variance from a systematic random sampling : application to the French soil monitoring network data – N. Saby et al. - GeoEnv 2014
- Manuel Martin, 2019, « La carte nationale des stocks de carbone des sols intégrée dans la carte mondiale de la FAO », Portail Data Inra, V1

## Principes

Nous distinguons dans cette étude, 2 notions :

- le stock de carbone correspondant à une photographie à l'instant t. de la quantité de carbone présente dans l'écosystème (dans la biomasse aérienne et dans le sol) ;
- les flux de carbone correspondants aux mouvements d'entrée (liés à l'accroissement en volume de la forêt et aux processus de maturation des sols) et de sorties (liés aux coupes de bois et aux processus de stockage dans les produits bois).

Le stock de carbone est constitué de :

- la biomasse des branches et feuillages,
- la biomasse ligneuse aérienne,
- la biomasse de la strate arbustive,
- la biomasse de la litière et du bois mort,
- la biomasse racinaire,
- la biomasse du sol.

## Estimation du stock de carbone

La biomasse ligneuse aérienne est calculée à partir du volume bois fort calculé pour chaque type de peuplement.

$$C_{\text{biomasse ligneuse}} = \text{Volume bois fort} \times \text{Infradensité} \times \text{Taux de carbone}$$

*L'infradensité : masse anhydre / volume bois vert (*

*Infradensité pour le chêne vert = 0,73*

*Infradensité pour le cèdre = 0,36*

*Taux de carbone = 0,475*

La biomasse branches et feuilles est calculée à partir d'un facteur d'expansion :

$$C_{\text{biomasse aérienne}} = C_{\text{biomasse ligneuse}} \times \text{Facteur d'expansion}$$

*Facteur d'expansion branche : 1,27 pour les chênes, 1,3 pour les résineux (Carbofor 2004)*

La biomasse racinaire est calculée à partir d'un facteur d'expansion :

$$C_{\text{biomasse racines}} = C_{\text{biomasse ligneuse}} \times \text{Facteur d'expansion}$$

*Facteur d'expansion racines : 1,3 pour les feuillus et conifères (Carbofor 2004)*

La biomasse des arbustes est calculée à partir des recouvrements et hauteurs moyennes des arbustes

$$C_{\text{biomasse arbustive}} = \text{Biomasse} \times \text{Infradensité} \times \text{Taux de carbone}$$

*Biomasse buis 150 cm = 5 t/ha*

*L'infradensité : masse anhydre / volume bois vert = 0,64 tMS/t*

*Taux de carbone = 0,475 (Carbofor 2004)*

La quantité de carbone fixée dans le sol est approchée à partir d'éléments bibliographiques intégrant :

- La biomasse de litière (un facteur de 0,55 appliqué à l'épaisseur de litière est considéré comme indicatif de la masse de carbone, les épaisseurs de litière sont estimées à partir des prospections de terrain
- Des valeurs de carbone du sol sont issues de la carte nationale des stocks de carbone (GIS Sol 2017). Cette carte indique des valeurs comprises entre 50 et 75 t/ha sur le secteur d'étude. Nous retiendrons 50 t/ha pour les sols les moins épais, 62 t/ha pour les sols moyens et 75 t/ha pour les sols les plus profonds.

On considère également que la biomasse du sol forestier (litière + sol) correspond en moyenne, en France, à 57 % de la biomasse totale. Ici, cette proportion est plus forte : **59 % en moyenne** ; elle est augmentée en raison des coupes rases ayant eu lieu (peuplement de chêne vert adulte sur garrigue) qui ont fortement réduit la biomasse aérienne.

La proportion de biomasse du sol forestier/biomasse aérienne est exactement de **56 % en moyenne** pour les peuplements concernés par le défrichement. Ces peuplements présentent une biomasse aérienne plus conséquente. Cette proportion est en accord avec la moyenne nationale.

Le stock moyen de carbone aérien (bois, branches, feuillages, arbustes) est de **40,4 tonne/ha sur l'ensemble des peuplements et de 43,7 tonnes/ha pour les peuplements concernés par le défrichement**, à comparer au stock de carbone moyen de 64 tonnes de carbone/ha, évalués dans le cadre du programme Carbofor pour les forêts françaises. Ce niveau de stock plus faible que la moyenne nationale est lié à la décapitalisation récente des peuplements (éclaircies de 2013 sur les peuplements de cèdre et coupe rase de pins dépérissants) et au niveau modeste de productivité forestière sur la zone.

Le stock total de carbone est de **141 t/ha** en moyenne **pour l'ensemble des peuplements, pondérés par des surfaces respectives impactées.**

Le stock total de carbone est de **149 t/ha** en moyenne **pour les peuplements qui seront défrichés, pondérés par des surfaces respectives impactées.**

## Estimation du flux de carbone

### Sources :

Valade A., Luyssaert S., Bellassen V., Vallet P., Njakou Djomo S., 2017, Bilan carbone de la ressource forestière française. Projections du puits de carbone de la filière forêt-bois française et incertitude sur ses déterminants. Rapport final. Mars 2017, Paris. ADEME/1260C0056

FAO, 2002, La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion des terres

DuBus de Warnaffe G., Angerand S., 2020, Gestion forestière et changement climatique, une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation

Jonard M., 2017, Forest soil in France are sequestering substantial amounts of carbon, Science of the total environment 574

### Estimation du flux lié au défrichement

Le défrichement induit :

- un déstockage total du carbone de la biomasse ligneuse, des branches et feuilles, arbustive et des racines (par coupe, évacuation et dessouchage),

- un déstockage partiel du carbone du sol, sous forme d'une exportation rapide lié à la minéralisation de la matière organique suite au défrichement puis à une importation dans le cadre de la mise en place d'une prairie permanente dans le parc photovoltaïque. Ce déstockage est estimé à 60 % de la valeur initiale en 30 ans. Il est approché par les écarts connus entre labour (à rapprocher des travaux effectués pour la mise en place des panneaux) et non labour, ainsi que des valeurs moyennes de taux de carbone dans les prairies et pelouses par rapport aux forêts.

Les Obligations Légales de Débroussaillage induisent :

- un déstockage de 75 % du carbone de la biomasse ligneuse, des branches et feuilles et arbustive,

- un déstockage de 50 % de la biomasse racinaire,

- une réduction du stock de carbone du sol, dont le niveau est estimé à 75 % de la valeur initiale en 30 ans.

**Le défrichement induit un déstockage de carbone estimé à 2 949 tonnes de carbone, les Obligations Légales de Débroussaillage induisent un déstockage de 682 tonnes de carbone, soit un total de 3 631 tonnes.**

	Quantité de carbone (tonnes par hectare)							Part sol / total	
	C ligneux	C branches	C racine	Carbust	Citière	C sol	Carbone total		Carbone aérien
Chêne vert adulte clair sur garrigue	1,6	2,0	2,1	1,5	5,5	62,0	74,7	5,1	0,9
Taillis de chêne vert faible potentialité	5,6	7,1	7,2	0,0	5,5	50,0	75,4	12,6	0,7
Futaie de cèdre bonne potentialité	22,2	28,9	28,9	1,5	8,3	75,0	164,8	52,6	0,5
Futaie de cèdre potentialité moyenne	17,1	22,2	22,2	1,5	8,3	75,0	146,3	40,9	0,6
Futaie de cèdre sur taillis de chêne vert	8,3	10,7	10,8	1,5	16,5	62,0	109,8	20,5	0,7
Futaie de sapin de Céphalonie	12,0	15,6	15,6	0,0	8,3	62,0	113,3	27,5	0,6
Bande enherbée	-	-	-	-	-	62,0	62,0	0	1
<b>Moyenne (tous types de peuplement)</b>	<b>16,5</b>	<b>21,4</b>	<b>21,4</b>	<b>1,5</b>	<b>9,6</b>	<b>70,8</b>	<b>141,0</b>	<b>39,3</b>	<b>60 %</b>
<b>Moyenne (peuplements concernés par le défrichement)</b>	<b>18,3</b>	<b>23,7</b>	<b>23,8</b>	<b>1,5</b>	<b>10</b>	<b>72,1</b>	<b>149,3</b>	<b>43,5</b>	<b>56%</b>

## Estimation de l'impact long terme sur le stockage

### Sources :

MARTEL Simon, 2010. Carbone et gestion forestière en forêt privée française (mémoire de fin d'études d'ingénieur forestier). AgroParisTech-ENGREF, 108 p.

L'estimation du stockage de carbone attendu en l'absence de défrichement est basée sur les hypothèses générales suivantes :

- le stock de carbone bénéficie d'un accroissement proportionnel à l'accroissement en volume du peuplement forestier, les formules de calcul du stock de carbone permettent donc de calculer l'accroissement annuel du stock de carbone,
- les variations du stock de carbone du sol, liée à un stockage lent en profondeur au cours du vieillissement de la forêt et à des déstockages rapides lors des coupes de bois, sont négligées, nous considérerons ici que le stock du sol ne peut que bénéficier d'un apport de carbone,
- la part de carbone non ligneux séquestrable (mortalité des racines, chute des feuilles, renouvellement du houppier) est évaluée sur la base d'un rapport entre l'âge du peuplement et la capacité de séquestration du carbone dans le sol (Jonard 2017),
- les variations du stock de carbone de la biomasse arbustive liées au vieillissement des arbustes et à la destruction de la strate arbustive lors des coupes de bois et aux phases de régénération sont négligées, nous considérerons ici que le stock de la strate arbustive est stable,

Certaines hypothèses s'appliquent au scénario de gestion durable :

- l'application d'une gestion durable de la forêt induit des déstockages du carbone, plus ou moins rapide en fonction des produits valorisés mais permet de récolter les arbres avant qu'ils ne meurent,
- le bois énergie (bois de chauffage) a une durée de cycle carbone de 2 ans après exploitation,
- le bois d'œuvre qualité palette a une durée de cycle carbone de 5 ans après exploitation
- le bois d'œuvre qualité construction a une durée de cycle carbone de 32 ans après exploitation,
- dans les zones soumises à Obligations Légales de Débroussaillage, le stock de carbone est considéré comme stable (réduit très fortement à la création, la gestion du débroussaillage permettant de maintenir un faible couvert boisé et renouvelant à un court pas de temps la strate basse).

	STOCK TOTAL (tonnes de carbone)						Total Déstockage défrichement	Total Déstockage OLD	
	C ligneux	C branches	C racine	C arbust	C litière	C sol			Carbone total
Chêne vert adulte clair sur garrigue	4,6	5,9	6,0	4,4	16,0	179,8	216,6	5,0	64,8
Taillis de chêne vert faible potentialité	1,1	1,4	1,4	-	1,1	10,0	15,1	-	5,7
Futaie de cèdre bonne potentialité	469,1	609,8	609,8	32,1	174,1	1 582,5	3 477,2	2 062,4	445,5
Futaie de cèdre potentialité moyenne	78,7	102,3	102,3	7,0	38,0	345,0	673,1	430,4	58,2
Futaie de cèdre sur taillis de chêne vert	64,0	82,5	83,2	11,7	127,1	477,4	845,8	450,8	106,9
Futaie de sapin de Céphalonie	0,4	0,5	0,5	-	0,2	1,9	3,4	-	1,4
Bande enherbée	-	-	-	-	-	62,0	62,0	-	-
						<b>SOMME</b>	<b>5 293,3</b>	<b>2 949 t</b>	<b>682 t</b>
									<b>3 631 tonnes</b>

## Effet de substitution

Les produits ligneux issus des coupes de bois sont valorisés dans différentes filières et permettent d'éviter des émissions de carbone par effet de substitution. Il convient donc de calculer les effets de substitution entre les deux itinéraires comparés (défrichage et gestion durable).

L'effet de substitution est défini comme la différence d'émissions de GES fossiles entre un produit fabriqué à partir de bois et les produits fabriqués de façon alternative remplissant les mêmes fonctions (définition FCBA).

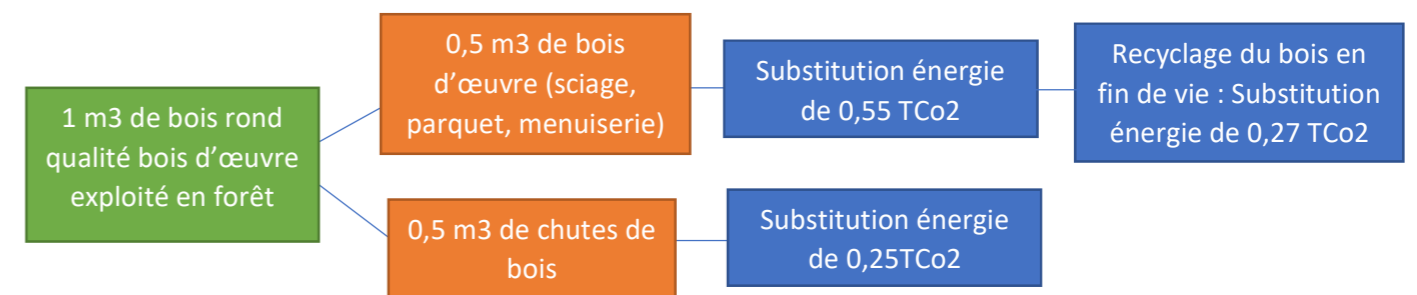
Il existe deux type de substitution :

- la substitution énergie qui consiste à utiliser le bois en tant qu'énergie à la place d'énergies d'origine fossile (pétrole, gaz naturel, charbon) ;
- la substitution matériau qui consiste à utiliser le bois dans la construction à la place de matériaux énergivores dont la production est émettrice de GES (béton, aluminium, acier, PVC).

L'état actuel des connaissances scientifiques préconise d'utiliser les valeurs suivantes pour les coefficients de substitution : 1,1 tCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> de bois utilisé dans la construction (ADEME, 2015) et 0,5 tCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> de bois utilisé à des fins énergétiques (Oliver et al., 2014).

En estimant le rendement du sciage de billon à 50%, on considère que 1 m<sup>3</sup> de bois qualité bois d'œuvre permet d'obtenir 0,5 m<sup>3</sup> de bois réellement utilisé en bois d'œuvre.

Ainsi, l'effet de substitution d'1m<sup>3</sup> de bois rond qualité bois d'œuvre est décomposé de la manière suivante :



Nous considérerons donc les coefficients suivant dans la suite de l'étude :

Effet de substitution pour 1 m<sup>3</sup> de bois énergie : 0,5 tCO<sub>2</sub>

Effet de substitution pour 1 m<sup>3</sup> de bois rond qualité bois d'œuvre : 1,07 tCO<sub>2</sub>

Flux de carbone (en tonnes)	Stockage C ligneux/an	Stockage C aérien non ligneux/an	Stockage total sur 40 ans	Gestion durable					Flux Carbone : Stockage – Déstockage par coupes de bois (sur 40 ans)
				Déstockage gestion années 2021-2040	Déstockage gestion années 2041-2060	Stockage gestion années 2021-2040	Stockage gestion années 2021-2040	Flux Carbone : Stockage – Déstockage par coupes de bois (sur 40 ans)	
Chêne vert adulte clair sur garrigue	0,0	0,1	6,8	0,0	41,8	0,0	0,0	0,0	6,1
Taillis de chêne vert faible potentialité	0,0	0,0	0,0	0,0	41,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Futaie de cèdre bonne potentialité	19,6	51,0	2825,6	2,4	42,2	0	68,0	1050,3	
Futaie de cèdre potentialité moyenne	3,5	9,0	501,1	0,4	42,2	0	14,0	215,8	
Futaie de cèdre sur taillis de chêne vert	3,3	8,5	473,8	0,4	42,2	0,0	6,0	242,6	
Futaie de sapin de Céphalonie	0,0	0,0	0,0	0,0	42,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Bande enherbée	0,0	0,0	0,0	0,0	50,7	0,0	0,0	0,0	0,0
									<b>1515 t C</b>
									<b>37,9 t C /an</b>



Le défrichement induit le déstockage de 2571 m3 de bois :

- 2314 m3 de bois qui seront utilisés à des fins énergétiques
- 257 m3 de bois de qualité bois d'œuvre

L'effet de substitution induit par le défrichement est donc de **1432 tonnes de CO2**

La mise en œuvre d'une gestion durable sur 40 ans aurait permis la production de :

- 3471 m3 de bois utilisé à des fins énergétiques
- 386 m3 de bois qualité bois d'œuvre

L'effet de substitution induit par la mise en œuvre d'une gestion durable de la forêt sur 40 ans aurait donc été de **2148 tonnes de CO2**

La mise en œuvre d'une gestion durable de la forêt sur 40 ans aurait donc permis un effet de substitution complémentaire de **716 tonnes de CO2**.

## Synthèse

Le projet de parc photovoltaïque de la Bruguière induit un défrichement sur une surface de 24,5 hectares ainsi que l'application des Obligations Légales de Débroussaillage sur 13,0 hectares.

Le défrichement impacte les peuplements de cèdre bonne potentialité, moyenne potentialité et en mélange avec du chêne vert tandis que et les OLD liées impactent tous les types de peuplements de cèdre cités plus haut, un taillis de chêne vert, une futaie de sapin de Céphalonie ainsi qu'un peuplement de chêne vert adulte sur garrigue résultant d'une coupe rase d'un peuplement de pins dépérissants.

L'étude visait à évaluer le stock et le flux de carbone impacté par le défrichement par rapport à un scénario de gestion durable.

### Flux de carbone

Le carbone s'évalue en termes de stock et en termes de flux.

Le stock de carbone (bois, branches, arbustes, racines, sol) actuellement en place sur la zone d'étude est estimé, en moyenne, à **141 tonnes de carbone/ha**.

Le déstockage de carbone lié au défrichement est estimé à **3 631 tonnes de carbone** sur la zone à défricher (2 949 tonnes) et la zone concernée par les Obligations Légales de Débroussaillage (682 tonnes).

En parallèle, une gestion durable de la forêt, sur la période d'exploitation du parc photovoltaïque, aurait induit un stockage complémentaire de **37,9 tonnes C/an** soit **1515 tonnes de carbone**.

De plus, la mise sur le marché des produits bois permet d'éviter des émissions de carbone par effet de substitution. La mise en œuvre d'une gestion durable de la forêt aurait permis un effet de substitution complémentaire de **716 tonnes de CO2**.

**Stock de carbone actuel : 5 293 tonnes de carbone (soit 19 395 t-eqCO<sub>2</sub>\*)**

**Déstockage par le défrichement et les OLD: 3 631 tonnes (soit 13 304 t-eqCO<sub>2</sub>\*)**

**Perte de séquestration sur 40 ans : 1515 tonnes (soit 5 551 t-eqCO<sub>2</sub>\*)**

**Perte par effet de substitution : 195 tonnes de carbone (soit 716 t-eqCO<sub>2</sub>\*)**

\* on utilise un rapport CO<sub>2</sub>/C de 3,664.

**Scénario gestion durable sur 40 ans : séquestration de 7 003 tonnes de carbone (soit 25 659 t-eqCO<sub>2</sub>\*)**

Stock actuel (5 293 t) + Séquestration sur 40 ans (1515 t) + effet de substitution (195 t)

**Scénario défrichement : séquestration de 1 662 tonnes de carbone (soit 6 090 t-eqCO<sub>2</sub>\*)**

Stock actuel (5 293 t) – déstockage lié au défrichement et OLD (3631 t)

**Bilan carbone induit par le défrichement pour la réalisation du parc photovoltaïque :**

**- 5 341 tonnes de carbone (soit -19 569 t-eqCO<sub>2</sub>\*)**

Evaluation simplifiée des incidences  
Natura 2000 - ECOMED, 2020

Document  
n°19.146/ 33