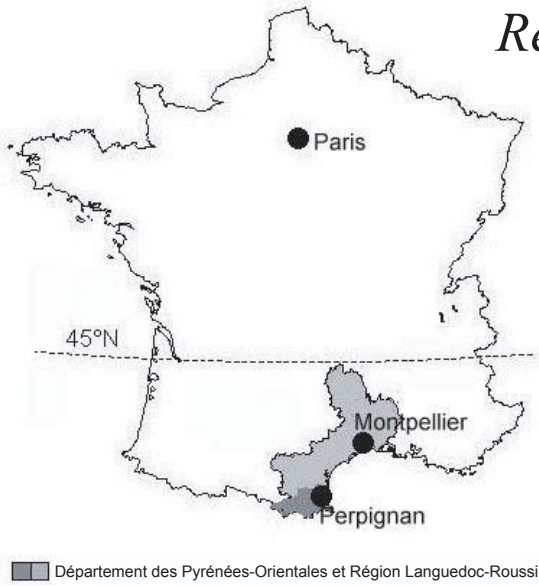


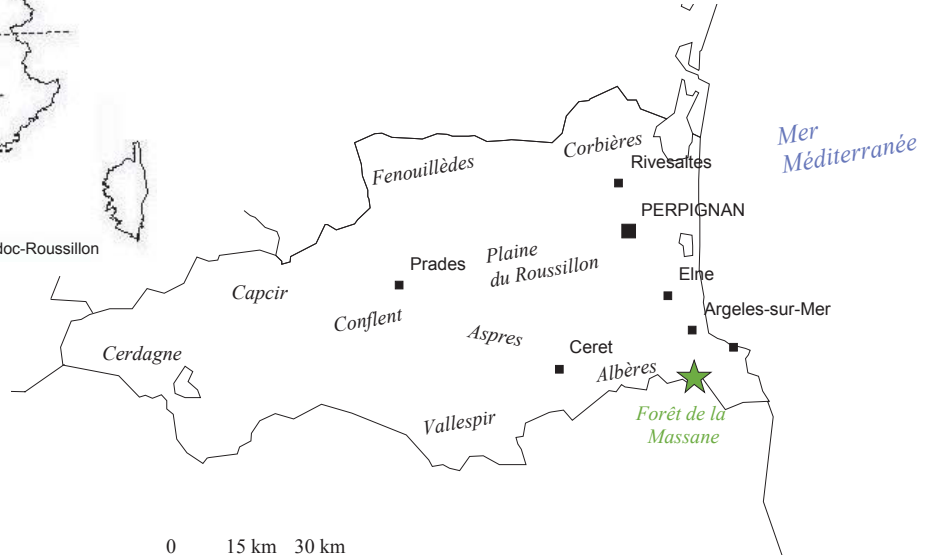
Carte de situation

Réserve Naturelle de la Forêt de la Massane

Créée par Décret Ministériel du 12/08/1973,
elle est gérée par l'Association des Amis de la Massane
et fait partie de la Confédération des Réserves Naturelles Catalanes
(Département des Pyrénées Orientales).



■ Département des Pyrénées-Orientales et Région Languedoc-Roussillon



0 15 km 30 km

Sources : DIREN-LR, CRNC.

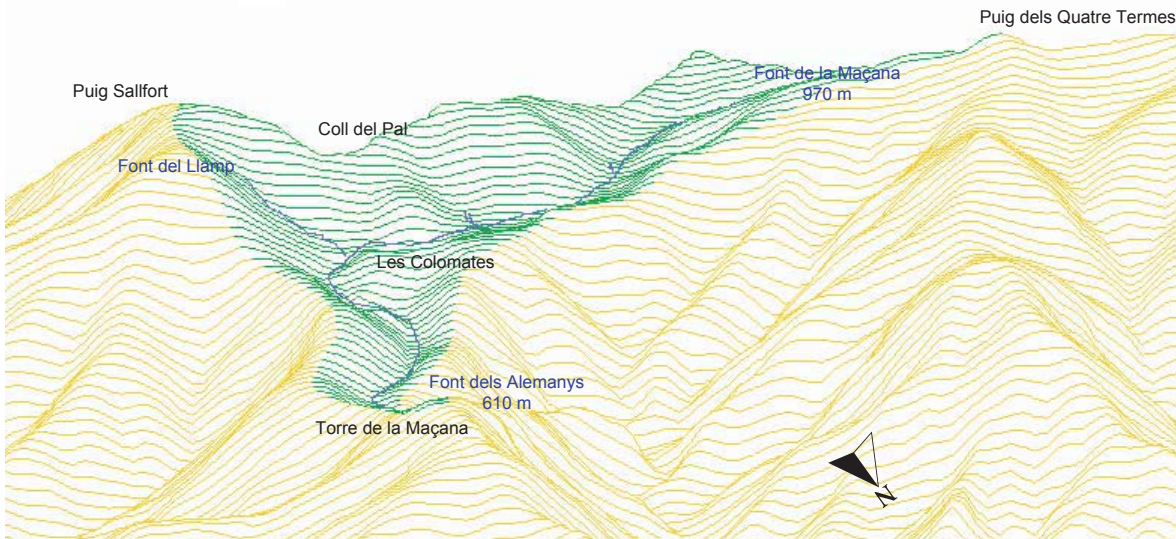
Scan100®, ©IGN1998

— Limite de la Réserve Naturelle

Elle occupe 336 ha sur le territoire
de la commune d'Argelès sur Mer.



0 600 m 1200 m



I - INTRODUCTION

Ce travail s'inscrit dans l'effort de connaissance de l'écosystème forestier engagé depuis plus d'un siècle sur une forêt non exploitée. Il est un complément aux travaux déjà réalisés (inventaire de plus de 5000 espèces montrant l'intérêt de ce type de protection), et apportera des informations quant à l'évolution de la ripisylve sur le long terme.

Il fait suite au suivi réalisé en 2000 sur 9,4 hectares qui ont été clôturés afin de soustraire au troupeau de bovins une portion de la forêt, appelée « Réserve intégrale ». La rivière constitue en quelque sorte, la colonne vertébrale de la Réserve.

Le choix de la ripisylve en terme de suivi repose sur différents critères d'intérêt dont celui de la topographie de la Réserve Naturelle de la Massane, constituée de la haute vallée de la rivière Massane. Elle est également le milieu de vie exclusif de nombreuses espèces et joue un rôle important dans le microclimat de la haute vallée de la Massane. De nombreux travaux lui ont déjà été entièrement consacrés : Etude hydrologique du bassin versant de la rivière Massane (Canal, G., Rigole, B., 1978), Etude comparative du peuplement en invertébrés de la Massane entre 1957 et 1982 (Cauderlier, E., 1983), La rivière Massane, inventaire faunistique et recherches écologiques (Moubayed, Z., 1986), ...etc. De ce dernier travail on peut citer « *La répartition des invertébrés dans les différentes localités étudiées, met en évidence l'importance des sections ombragées. La richesse spécifique est maximale dans le secteur de la réserve ...* ».

D'autres travaux concernent pour partie ce biotope mais ce travail n'a pas pour objet de synthétiser l'ensemble des connaissances sur la ripisylve mais de présenter les résultats bruts du suivi réalisé, qui constitue l'ossature et le support d'un travail plus complet. Il contribue grandement à la possibilité de réaliser une synthèse générale sur ce thème permettant de croiser toutes les informations recueillies à la Massane.

L'un des objectifs était aussi d'avoir des éléments pour mesurer l'impact du troupeau sur l'écosystème forestier dans des perspectives à long terme et d'avoir un comparatif entre zones pâturées ou non, sur une portion suffisamment importante.

Cette cartographie permet également d'enregistrer de nombreux paramètres (diversité spécifique du peuplement arboré, répartition spécifique, caractéristiques du peuplement, quantité de bois mort, présence de cavités et leurs caractéristiques, de présence de champignons « lignicoles », présence d'espèces patrimoniales,...)

L'analyse de ces paramètres contribue à la compréhension de nombreux phénomènes : relations intraspécifiques (régénérations, écoéthologie des essences, diamètre maximal,...etc.), relations interspécifiques (compétition, successions, espèces invasives, ...etc.), vitesse de dégradation des différentes espèces, croissance des individus, ...etc.

Elle permet aussi d'entreprendre des études à long terme sur le suivi des espèces associées comme le suivi des cavités avec terreau pour *Osmoderma eremita*, mais également des troncs d'*Alnus glutinosa* atteint de pourriture rouge, biotope principal d'*Aesalus scarabaeoides*.

La Réserve de la Massane est engagée depuis plus de 40 ans dans le suivi du mésoclimat du site et participe au réseau « Terrestrial Ecosystem Monitoring Sites » dans le cadre du GTOS, visant à suivre l'évolution du climat sur la planète. Ce suivi de la ripisylve avec les espèces associées en fonction du gradient altitudinal, en toute modestie, apportera des informations précises sur l'évolution de la végétation et pourra préciser certains mécanismes dus à l'évolution climatique.

La zone est essentiellement constituée de hêtre et d'aulne mais on y trouve aussi des chênes, verts et caducifoliés, ainsi que de nombreuses autres essences. Elle s'étend de 600 m à 975 m d'altitude.

II – METHODOLOGIE

L'étude de la ripisylve consiste en la cartographie par transects du peuplement arboré, assortie de divers paramètres relevés sur le terrain lors d'inventaires exhaustifs. Les données sont ensuite stockées et traitées par un Système d'Information Géographique (SIG).

Le protocole de suivi mis en place, est très proche de celui préconisé par le Conseil de l'Europe dans son programme COST E4 sur les forêts à caractère naturel. Quelques critères enrichissent cependant les recommandations, comme la prise en compte des cavités, la spécificité de la carie rouge chez les aulnes et de quelques champignons lignicoles et s'étend à d'autres espèces végétales (*Osmunda regalis*, *Oxalis acetosella*,...etc).

1 – Acquisition des données sur le terrain

1.1 - les individus relevés

De nombreuses espèces associées à la ripisylve ont été inventoriées au cours de l'histoire de la Réserve Naturelle par de nombreux spécialistes et il était illusoire de pouvoir intégrer en une seule fois l'ensemble des connaissances accumulées sur de si nombreux groupes. Le principal objectif a été d'établir « l'ossature » de la ripisylve constituée par la strate arborée. Nous y avons adjoint les fougères de type pérennes comme *Osmunda regalis*, mais aussi quelques plantes rares ou présentant un intérêt particulier comme le caractère invasif (*Senecio inaequidens*).

1.1.1 - les espèces arborées

Données relevées sur le terrain	Données attribuées pendant la saisie	Commentaires
	<i>Identifiant de l'individu</i>	
<i>Numéro du Tronçon</i>		
<i>Localisation de l'individu</i>	<i>Coordonnées géographiques X et Y</i>	<i>selon le système français du méridien de Greenwich (projection Lambert 3)</i>
	<i>Position par rapport au tronçon</i>	<i>en mètres avec le tronçon comme axe de symétrie.</i>
<i>Espèce</i>		
<i>Hauteur</i>		<i>Quand 0,3 m < hauteur < 1,3 m</i>
<i>Diamètre</i>		<i>DBH (Diameter Breast Height) c'est à dire relevé à hauteur de poitrine soit à 1,3 m du sol.</i>
<i>Autres caractéristiques</i>		<i>Etat de l'individu</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Arbre vivant sur pied</i> - <i>Souche</i> - <i>Chandelier (arbre mort sur pied de hauteur > 1,3 m)</i> - <i>Arbre mort au sol et état de décomposition selon une échelle de 1 à 4. Type de décomposition (seulement si pourriture cubique favorable au Lucanidae Aesaelus scaraboides)</i> - <i>nombre de tiges sur souche commune (s'il y en a plusieurs, chaque tige compte pour un individu.)</i> - <i>arbre précoce ou tardif seulement dans le cas de Fagus sylvatica (précocité à débourrer)</i>
<i>Présence de cavité</i>		<i>Les caractéristiques</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Cavité de tronc, de branches, de pied ou dendrothelme (cuvette)</i> - <i>Présence de terreau</i> - <i>Indices de présence du Cetoniidae Osmoderma eremita</i> - <i>Cavité ouverte ou fermée</i> - <i>Accès possible ou pas</i> - <i>Humidité selon un gradient allant de 0 (sec) à 2 (aqueux)</i> - <i>Date de contrôle de la cavité.</i>
<i>Présence de Champignons lignicoles</i>		<i>Espèces les plus communément relevées : Armillaria mellea Vahl., Auricularia auricula-judae (Bull.), Fomes fomentarius L., Hericium clathroides (Pall.), Hypholoma sp., Oudemansiella mucida Jacq., Pleurotus ostreatus Jacq., Polyporus sp., Polyporus sulfureus (Bull.), Stereum sp., Date de relevés des champignons lignicoles.</i>
<i>Présence de lierre</i>		
<i>Date des relevés</i>		

1.2 – Lit mineur

Le lit mineur a été dessiné et correspond à la zone influencée par les crues annuelles (zone en eau et grèves). Sur l'affluent *Còrrec de la Font del Llamp*, la hauteur des talus a été relevée mais n'a pas encore fait l'objet d'un traitement informatique en 3 dimensions. Un tel traitement nous donnera de précieuses informations sur l'érosion.

2 – Structure informatique de la base de donnée

2.1 – Principe de report cartographique

De façon à localiser les éléments issus des relevés sur le terrain, nous avons programmé un interface de saisie sous Mapbasic. Cet utilitaire a été conçu pour reporter dans le référentiel cartographique Lambert III toutes les données relevées, sous différentes couches d'information. Ces données sont intégrées au système d'information géographique de la réserve naturelle et manipulables comme d'autres « couches » sur le logiciel Mapinfo.

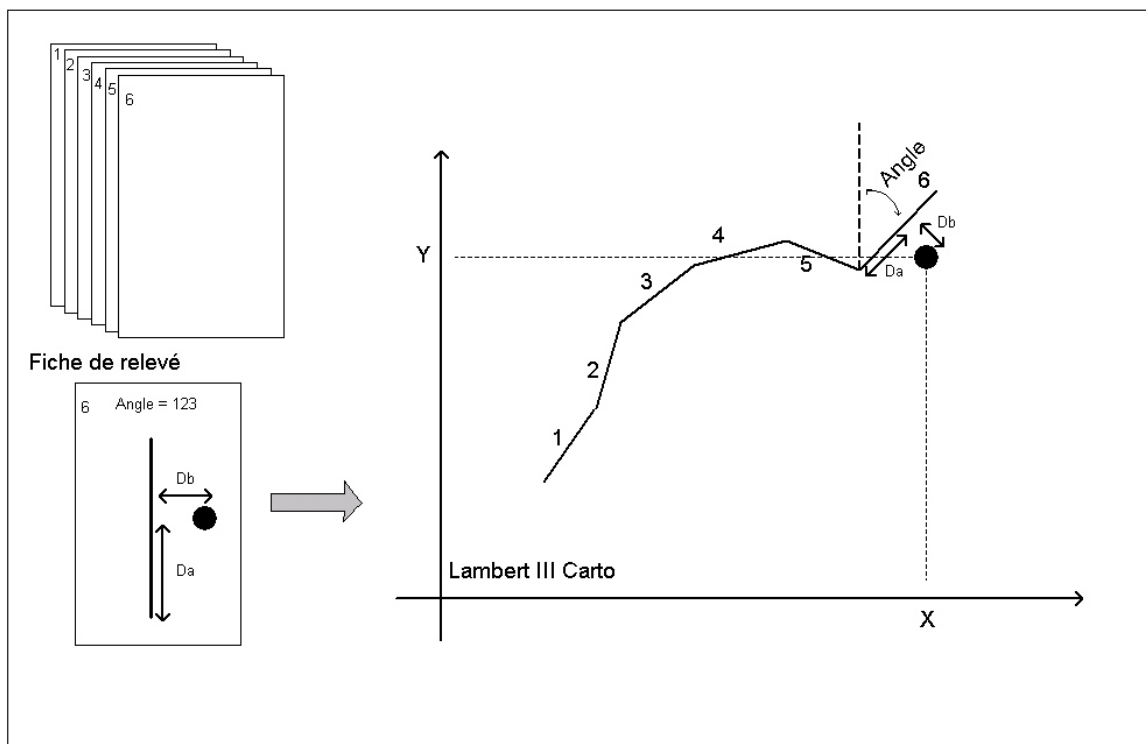
a. Méthode d'intégration

L'armature du relevé de terrain est un axe de 50 m tiré au cordeau, dont les extrémités sont plantées au milieu de la rivière. Cet axe est matérialisé sur la fiche de relevé par un segment dessiné sur papier millimétré. Les divers éléments relevés sont localisés par rapport à cet axe (distance mesurée sur l'axe et distance à la perpendiculaire de l'axe) et retranscrits sur le papier millimétré.

Cf. fiche de relevé en annexe.

On va donc dans un premier temps s'attacher à positionner ce relevé dans un référentiel cartographique. Une fois le segment positionné, on pourra convertir les positions "relatives" des objets sur le relevé en positions "géographiques" dans ce même référentiel.

Le schéma ci-dessous résume le principe de transfert des informations du relevé de terrain au Système d'Information Géographique.



Ces éléments, réels (arbres, rochers, lit mineur...) ou fictifs (les segments utilisés pour les relevés), sont stockés dans différentes tables Mapinfo, une pour chaque type d'éléments, contenant les objets graphiques et la description de terrain. Les informations de positionnement sont également enregistrées : coordonnées, numéro de relevé, orientation du relevé.

Les tables sont calées dans le **système de projection Lambert III carto**, unités de mesures en mètres. Ce choix est motivé par plusieurs raisons : Il s'agit de la zone Lambert couvrant les Pyrénées Orientales, et les données cartographiques de la Réserve Naturelle de la Massane et des autres Réserves Naturelles Catalanes sont localisées dans ce référentiel. Les couches d'informations sont directement superposables aux informations déjà saisies, ou à des fonds cartographiques de référence, notamment la carte IGN au 1/25 000.

b. Armature du report : les "tronçons".

L'armature du report cartographique est constituée par la couche d'information dite des "tronçons", composée de la succession des segments. Celle ci contient la série de lignes, et pour chaque ligne les informations utiles à la localisation du segment : coordonnées des extrémités du segment, longueur du segment, angle avec le nord, identifiant du relevé. Le segment constituant la base pour toutes les autres reports, ces données seront ré-utilisées, d'où la nécessité de les enregistrer.

Technique de report :

Le positionnement est possible à partir de l'angle relevé à la boussole, et sous réserve d'un point de départ correctement géoréférencé. Aux tracés déjà existants est ajoutée une ligne droite de 50 m :

A partir des coordonnées de l'extrémité du tronçon précédent et de l'orientation, les coordonnées du point final sont calculées par une formule de trigonométrie. La ligne est dessinée à partir des coordonnées de ses extrémités.

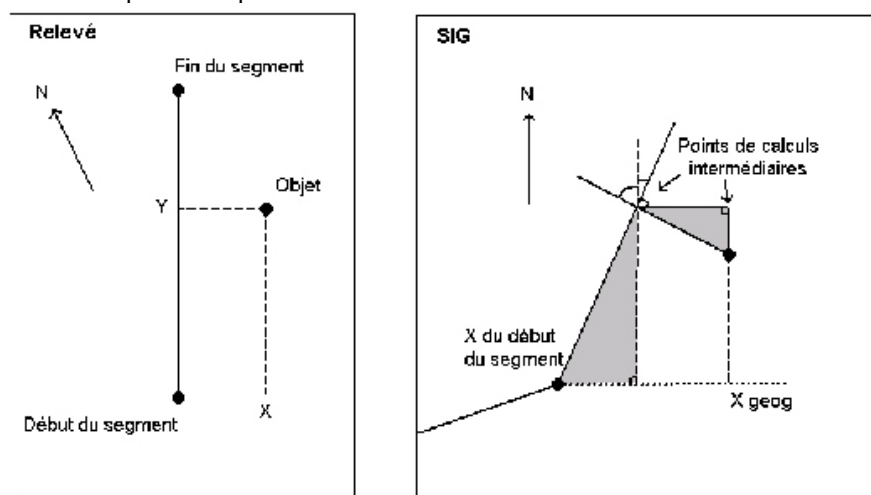
Cela suppose bien entendu de positionner "manuellement" un premier tronçon. Le "point de départ" de ce suivi a été arbitrairement fixé comme "en face du refuge". Les coordonnées en sont connues, ou du moins estimées.

c. Les données du relevé :

Une fois le segment positionné, il convient donc de positionner les divers éléments qui lui sont associés.

La méthode est relativement simple : les distances sont convertibles à l'aide de formules de calcul qui tiennent compte des positions relatives de l'objet sur le relevé et des caractéristiques du segment (l'angle avec le nord essentiellement).

Voici un exemple sur un point :

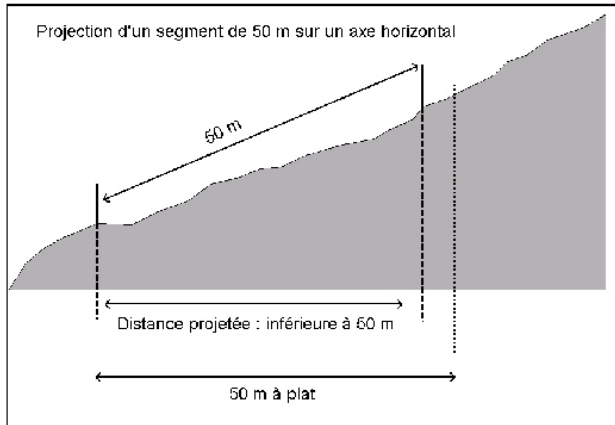


Théoriquement, ce mode de calcul est applicable à tout type d'information, puisque, par exemple, un polygone ou une ligne brisée ne sont qu'un assemblage de segments identifiés par des "nœuds", points avec des coordonnées X et Y.

d. Quelques précautions préalables

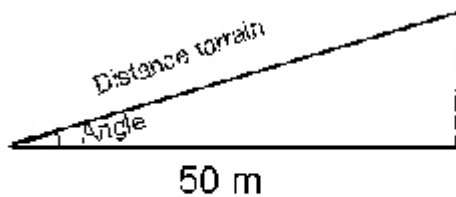
Etant adopté le principe de base d'une localisation à partir de segments de 50 m, se posait la question du report cartographique, et des limites de validité.

d.1 : La question de la projection d'un relevé sur une surface plane et des distorsions de distance qu'elle génère.



Le report d'un tronçon de 50m devrait se traduire sur un plan horizontal par un tronçon d'une longueur égale à 50 m multiplié par le cosinus de la pente moyenne du tronçon.

A partir de quelle valeur de pente l'erreur devient-elle trop importante ?



$$\text{Distance terrain} = 50 \text{ m} / \text{Cosinus}(\text{angle})$$

Erreur en fonction de l'angle :

Pente en degrés	erreur (%)
8,1	1
18,2	5
25,84	10
45	30

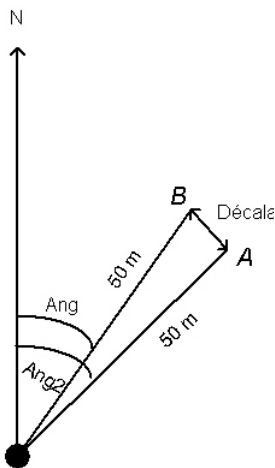
La rivière de la Massane, sur la partie étudiée pour ce suivi, a une pente moyenne approximative de $4,3^\circ$ (380 m de dénivellée pour une longueur de 5 km, soit 0.076 %). L'erreur moyenne sera donc de 0,2 %. **On peut donc considérer ce système de report viable quand à la projection à plat.** A titre d'exemple, sur un tronçon de 50 m, on peut considérer le positionnement de points fiable à 15 cm près.

Le choix de cette technique s'est avéré particulièrement pertinent au final, puisque le point d'arrivée obtenu par le terrain a coïncidé avec la source de la Massane, résultat espéré.

d.2 Le positionnement des tronçons.

La position d'un tronçon est donnée selon un angle avec le nord. D'après les auteurs du relevé, cette précision est fiable à quelques degrés près.

Que génère une erreur de mesure de l'angle ?



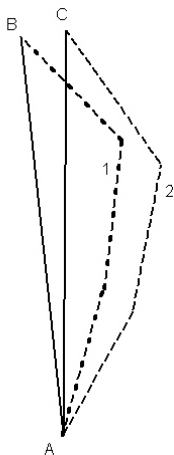
La distance entre le point tel qu'il est situé en réalité (A) et le point reporté sur la cartographie (B) augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point d'origine du tronçon.

$$(\text{=D} \times [2-2\cos(\text{erreur angle})]^{-2})$$

Erreur (°)	distance max (erreur, m)
1	0.87
2	1.74
5	2.61
10	8.71

Un degré d'erreur génère un décalage entre report et réalité terrain de 1,9 m pour 100 m

Qu'en est-il du cumul d'erreurs sur plusieurs tronçons ?



Plus concrètement, si on admet que sur plusieurs tronçons successifs on commet une erreur de quelques degrés, quel sera le résultat ?

Imaginons une série de tronçons de même longueur où l'angle relevé est toujours supérieur ou inférieur à l'angle réel. L'angle ABC est le résultat d'une fonction qui cumule les erreurs, positives et négatives. Elle n'est pas directement la somme des différences, mais des différences pondérées par la longueur des tronçons. Nous admettons qu'il y a autant de risques d'erreur positive que négative. On peut donc admettre que, dans la mesure où elles sont de quelques degrés, **les erreurs d'angles, cumulées sur plusieurs tronçons s'annulent.**

Par précautions, il apparaît toutefois important de garder pour chaque information saisie les situations relatives par rapport au tronçon de relevé, de façon à recalculer des coordonnées éventuellement.

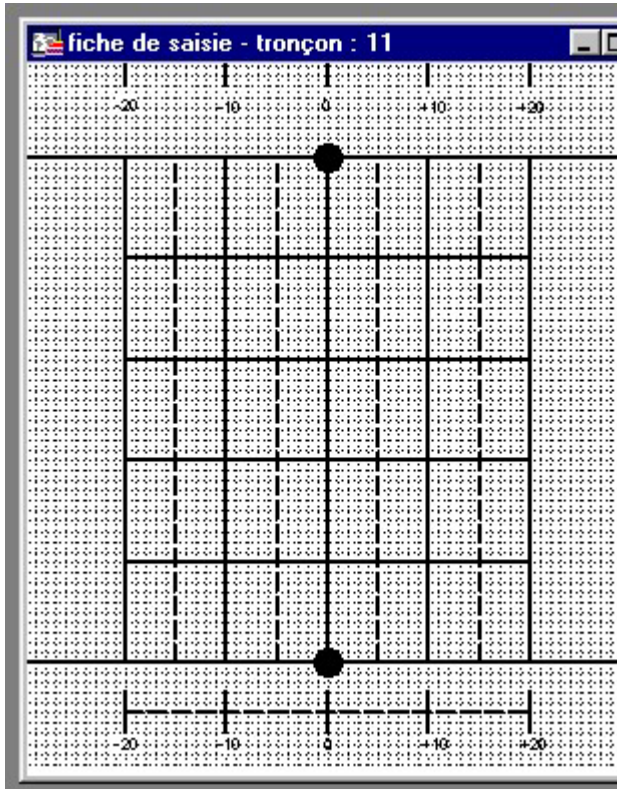
2.1.2 – L'interface

Si ces calculs sont possibles manuellement, ils se révèlent très lourds à appliquer pour une saisie en masse. Les manipulations se répétant, il convenait de **développer un interface de saisie** qui exécute toutes ces opérations en arrière plan, et de façon systématique. L'intérêt du développement d'un outil a de ce fait constitué en l'automatisation des calculs de position des différents éléments géographiques. Il a été développé en Mapbasic, langage de programmation de Mapinfo, logiciel SIG utilisé par les Réserves Naturelles Catalanes.

a. Le module de localisation

Il est important de noter l'évolution du principe même de transfert des éléments du relevé dans un système géoréférencé.

Initialement, la saisie des éléments du relevé s'appuyait sur une fiche type de saisie.



Cette fiche de saisie est un modèle basé sur celui de la feuille de relevé ; les repères de distance y sont placés de façon à ressembler à la feuille de papier millimétré du relevé de terrain.

Quand la fonctionnalité de saisie est activée, le numéro de relevé concerné est gardé en mémoire, pour les calculs ultérieurs et cette fiche apparaît.

En cliquant pour créer un point, l'utilisateur appelle une série de calcul, qui transforme les positions du point cliqué en coordonnées géographiques, et l'objet est ajouté à la couche d'information géographique correspondante.

Ce masque de saisie a des limites : il suppose un aller-retour permanent entre la feuille de relevé et l'écran. De plus, la lecture du papier millimétré et les pointages précis sur l'écran qui s'ensuivent fatiguent vite l'opérateur. Après une série de test, nous avons cherché à améliorer l'interface de saisie.

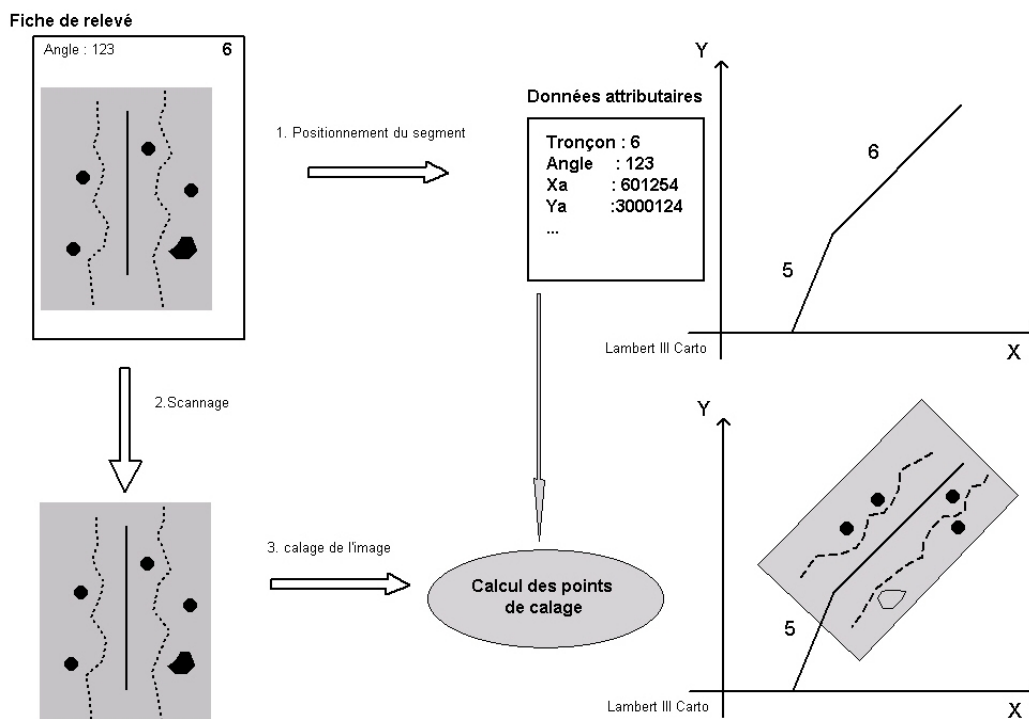
Il apparaissait notamment nécessaire de supprimer cet aller retour papier-écran et même de pouvoir saisir directement à l'écran sur la feuille de relevé. Cela est finalement possible pour plusieurs raisons :

Les fiches de relevé sont des feuilles de papier millimétré, qui peuvent être scannées.

Mapinfo peut importer des fichiers image et les géoréférencer

C'est ce qui a amené à la méthode de report aujourd'hui en vigueur :

1. Les relevés sont scannés et enregistrés au format image.
2. Des coordonnées sont calculées automatiquement, en fonction du numéro de relevé, de façon à caler l'image
3. Le fichier image approprié s'affiche en fonction du numéro de relevé choisi.



4. L'opérateur saisit directement les informations en utilisant la fiche de relevé en fond d'écran, les procédures de gestion des tables et d'enregistrement des informations étant simplifiées à l'aide de boutons spécifiques.

La standardisation des opérations est nécessaire pour automatiser les processus.

Ainsi, les fichiers scannés sont convertis au format JPG, placés dans un répertoire spécifique, et nommé en respectant une forme d'intitulé : scan + identifiant du tronçon

L'avantage essentiel est de saisir à l'écran, à partir du relevé géoréférencé. C'est là le noyau dur de l'application de saisie développée.

b. Evolution des fonctionnalités et transposabilité.

Le développement de cet interface a fait l'objet de nombreux tests et allers-retours, qui se sont étalés sur presque deux ans. Les améliorations permettent de disposer aujourd'hui d'un outil assez complet. Quelques améliorations.

b.1 le développement de boutons adaptés à différents mode de saisie :

La saisie est simplifiée : sélection automatique du type d'information à renseigner en fonction du bouton sélectionné (arbre, lit mineur, etc...), mise à jour des champs appropriés, etc.

Cela a permis d'automatiser un certain nombre d'opérations, certaines étant nécessaires au bon fonctionnement du programme (comme par exemple créer un identifiant unique dont la numérotation se base sur le relevé et le nombre d'éléments déjà saisis)

b.2 ajout de nouveaux contenus :

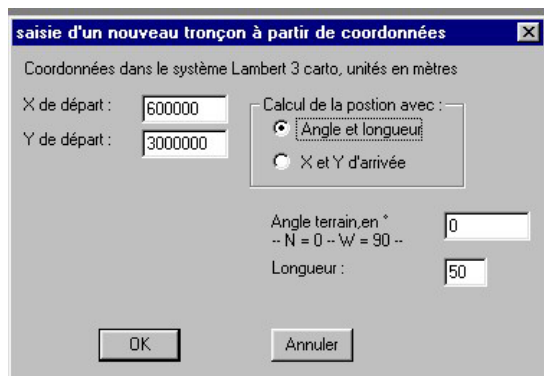
A l'usage, il est apparu nécessaire de pouvoir entrer une 'longueur' de segment, les transects ne faisant pas tous 50 m. Par la suite, de nouveaux boutons ont du être créés, de façon à localiser les individus morts, puis les terrasses charbonnières.

Pour pouvoir ajouter de nouvelles informations sur s'autres protocoles éventuels, des boutons réservés dans le code source pour ajouter d'autres couches (point, ligne, polygones) et les gérer sur le même principe.

b.3 Possibilité de corriger des erreurs de saisie après coup.

Les couches d'informations sont indépendantes, certes, mais elles sont liées entre elles, puisque définies à partir du tronçon. De plus, les tronçons sont saisis en continuité, et liés les uns aux autres. De fait, si une erreur de saisie ou d'appréciation fausse un relevé, tous les relevés suivants seront faussés par la suite, ainsi que les éléments qui leur sont liés. Un système a été mis en place de façon à corriger en série toutes les informations qui seraient liées à ce type d'erreur. La mise en place de ce module indispensable garantit la fiabilité de l'application.

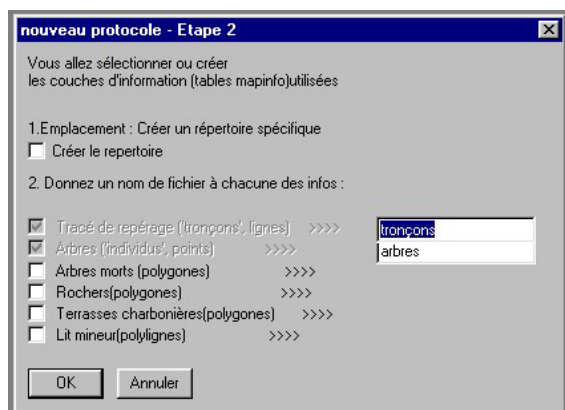
b.4 Possibilité de saisir un transect à partir d'un point quelconque.



Cette fonctionnalité permet de localiser un relevé indépendamment de tout autre relevé précédemment saisi. Dans le cadre de ce suivi, il a permis de localiser de nouveaux relevés sur les affluents de la rivière de la Massane. Plus généralement, il permet de s'affranchir de points de repères de terrain, pour caler n'importe quel relevé. Depuis un fond cartographique de type carte IGN, ou de coordonnées calculées à la main ou au GPS.

b.5 Gestion interne des protocoles

Ce module permet de créer autant de protocoles de suivi que nécessaire.



En fonction des besoins de suivi, les couches nécessaires sont créées et placées dans un répertoire spécifique au protocole en cours.

Par exemple, s'il s'avère nécessaire de reporter l'information « rochers », l'utilisateur cochera cette case, et les boutons nécessaires à la saisie des rochers seront visibles.

A l'ouverture de la session, l'utilisateur sélectionne le suivi sur lequel il va mettre à jour les informations.

3. – Conclusion

L'application en tant que telle pourrait sans doute se satisfaire du module de localisation des relevés et du système de report mis en place. Toutefois, elle prend sa véritable valeur avec l'ajout des modules (positionnement des tronçons, correction des erreurs, gestion des protocoles) qui, suite aux nombreux tests dont elles ont fait l'objet, l'ont rendu fonctionnelle.

Au final, ce travail de collaboration entre la RN de la forêt de la Massane et la CRNC a permis de développer un outil de saisie relativement complet. Le principe de localisation s'avérant efficace, et le nombre d'éléments suivis extensible à volonté, cet utilitaire s'avère transposable à n'importe quel site équipé du logiciel Mapinfo.

4 – Investissement

4.1 – Investissement matériel

Nous donnons ci-après, la liste du matériel nécessaire au suivi mis en place :

Boussole de visée, 2 Cordelettes 50 m, Topofil, Ruban (mesure Ø), 1 mire de 5 m, 1 « distanciomètre », Informatique : Imprimante A3 couleur, Poste (Pentium II avec bonne « carte image »), Logiciel MapInfo, (Logiciel MapBasic permet de développer des programmes)

4.2 – Investissement en temps

Nous donnons ci-après, le temps estimé pour réaliser ce suivi. C'est le gros investissement pour la réalisation de ce travail :

Mise en place transect & Relevés de terrain : 1h30/1500 m²

Saisie informatique : 1h30/1500 m²

Corrections & Ajouts : 20 mn/1500 m²

Total : 22 h/hectare

A ce total, il faut rajouter les 30 jours de programmation, qui ont permis de gagner un temps considérable.

III – ANALYSE DU PEUPEMENT

La base de données compte 15957 individus pour l'ensemble de la Ripisylve. 12740 sont des ligneux et 3217 espèces non ligneuses relevées pour leur intérêt fonctionnel ou patrimonial. 19,4 ha ont été cartographiés répartis sur un linéaire d'environ 5,75 km : 5,25 km sur le cours principal de la *Font de la Maçana* (970 m) à la *Font dels Alemanys* (610 m) et 0,5 km sur un affluent de la rivière Massane « *Còrrec de la Font del Llamp* ».

Pour une analyse plus fine du peuplement, il faut tenir compte des 4,2 ha du lit mineur dans lequel les arbres sont sous l'influence directe de l'activité hydrologique de la rivière Massane.

1 – Les espèces représentées

64 espèces de plantes vasculaires, 1 espèce de bryophytes (*Diphyscium foliosum*) et 9 espèces de champignons ont été relevées le long de la ripisylve. La liste des espèces ayant fait l'objet d'un suivi dans ce travail, est présentée en annexe.

1.2 – Les espèces ligneuses

30 espèces arborées ont été répertoriées le long de la ripisylve sur les 32 que comptent actuellement la réserve naturelle. 2 espèces seulement ne sont pas représentées : *Juglans regia* et *Sorbus domestica* toutes les deux connues que par un seul individu (introduit pour *J. regia*).

<i>Acer campestre</i> L.	<i>Populus tremula</i>
<i>Acer monspessulanum</i> L.	<i>Prunus avium</i> L.
<i>Acer opalus</i> Miller	<i>Prunus spinosa</i> L.
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	<i>Pyrus spinosa</i>
<i>Arbutus unedo</i> L.	<i>Quercus humilis</i> Miller
<i>Castanea sativa</i>	<i>Quercus ilex</i> L.
<i>Corylus avellana</i> L.	<i>Salix acuminata</i>
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>Salix purpurea</i>
<i>Evonymus europeaus</i> L.	<i>Salix alba</i>
<i>Fagus sylvatica</i> L.	<i>Sambucus nigra</i> L.
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Sorbus aria</i> Crantz
<i>Ilex aquifolium</i> L.	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	<i>Taxus baccata</i> L.
<i>Pinus nigra</i> Arnold	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
<i>Populus nigra</i>	<i>Ulmus minor</i>

Dans le tableau ci-après, seuls les individus de hauteur supérieure ou égale à 30 cm ont été pris en compte. Les 3217 individus d'espèces non ligneuses relevés n'y figurent donc pas. D'autre part, afin d'apprécier la structure du peuplement selon les critères forestiers usuels, les valeurs ont été données pour les tiges de hauteur supérieure ou égale à 1, 3 m.

Espèces	Hauteur inférieure à 1,3 m		Hauteur supérieure ou égale à 1,3 m		Total
	Nombre total d'individus	Nombre d'individus à l'hectare	Nombre total d'individus	Nombre d'individus à l'hectare	
<i>Acer campestre</i>	28	1,4	66	3,5	94
<i>Acer monspessulanum</i>	66	3,4	272	14	338
<i>Acer opalus</i>	2	/	36	1,9	38
<i>Alnus glutinosa</i>	83	4,2	407	21	490
<i>Castanea sativa</i>	2	/	10	0,5	12
<i>Corylus avellana</i>	12	0,6	94	5	106
<i>Crataegus monogyna</i>	80	4,2	162	9	242
<i>Evonymus europaeus</i>	37	2	28	1,5	65
<i>Fagus sylvatica</i>	1654	85,3	4569	236	6223
<i>Fraxinus excelsior</i>	168	8,7	102	5,4	270
<i>Ilex aquifolium</i>	1800	92,8	1992	103	3792
<i>Phillyrea latifolia</i>	1	/	4	/	5
<i>Pinus nigra</i>	/	/	1	/	1
<i>Populus nigra</i>	1	/			1
<i>Populus tremula</i>	2	/	2	/	4
<i>Prunus avium</i>	5	0,3	23	1,3	28
<i>Prunus spinosa</i>	304	15,7	40	2	344
<i>Pyrus spinosa</i>	2	/	6	/	8
<i>Quercus humilis</i>	26	1,4	175	9	201
<i>Quercus ilex</i>	52	2,7	51		103
<i>Sambucus nigra</i>	166	8,5	41		207
<i>Salix acuminata</i>	31	1,6	9	0,5	40
<i>Salix alba</i>	1	/			1
<i>Salix purpurea</i>	2	/			2
<i>Sorbus aria</i>	43	2,2	65	3,4	108
<i>Sorbus torminalis</i>	/	/	2	/	2
<i>Taxus baccata</i>	1	/	5	/	6
<i>Tilia platyphyllos</i>	/	/	9	0,5	9
TOTAL	4569	237	8171	421	12740

L'analyse ci-dessus ne prend toutefois en compte que les représentants des espèces arborées et arbustives de hauteur supérieure ou égale à 30 cm à l'exception de *Cytisus scoparius*, *Juniperus communis*, *Juniperus oxycedrus*, *Erica arborea* et *E. scoparia*.

2 – Souches et chandeliers

566 souches et 705 chandeliers ont été relevés.

Espèces	Souches Nombre total	Chandelier Nombre total
<i>Acer campestre</i>	/	6
<i>Acer monspessulanum</i>	3	17
<i>Acer opalus</i>	2	3
<i>Alnus glutinosa</i>	109	93
<i>Castanea sativa</i>	/	3
<i>Corylus avellana</i>	/	1
<i>Crataegus monogyna</i>	1	5
<i>Evonymus europaeus</i>	/	1
<i>Fagus sylvatica</i>	339	315
<i>Fraxinus excelsior</i>	4	5
<i>Ilex aquifolium</i>	97	227
<i>Prunus avium</i>	2	5
<i>Quercus humilis</i>	6	12
<i>Quercus ilex</i>	1	/
<i>Sambucus nigra</i>	1	2
<i>Sorbus aria</i>	/	6
<i>Taxus baccata</i>	1	4
TOTAL (19,4 ha)	566	705
A l'hectare	29	36

3 – Densité

La densité du peuplement est de 421 tiges.ha⁻¹.

Elle est calculée à partir des arbres vivants de hauteur supérieure ou égale à 1,3 m.

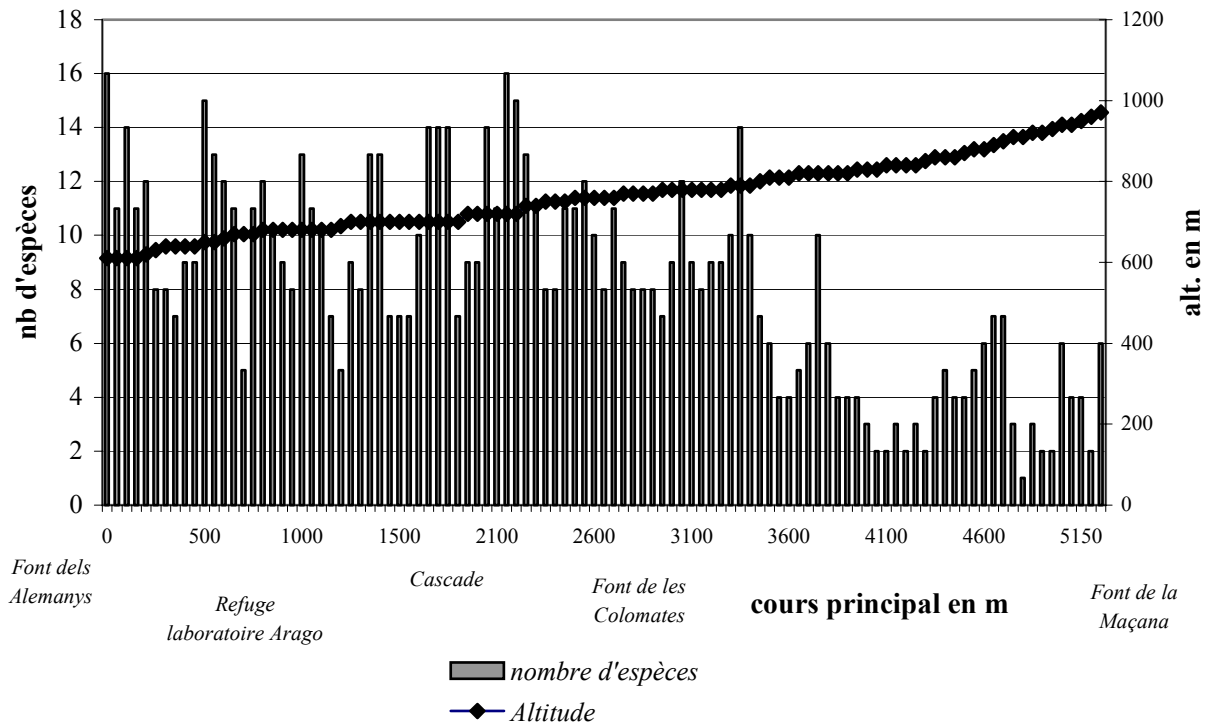
	Nombre total de tiges	tiges.ha ⁻¹
Lit mineur (4,2 ha)	1311	312
Berges (15,2 ha)	6866	451
Total (19,4 ha)	8177	421

4 – Distribution des espèces

4.1. – Distribution des espèces sur le profil transversal de la rivière

L'Aulne glutineux *Alnus glutinosa* est l'espèce ligneuse la plus caractéristique de la ripisylve. Sa présence est conditionnée par l'alimentation des sols en eau. Dans le lit mineur (4,2 ha), 21% des arbres vivants de hauteur supérieure à 1,3 m sont des *Alnus glutinosa*. Sur les berges généralement exondées (15,2 ha), ils ne représentent que 0,02%.

4.2. – Diversité spécifique sur le profil en long de la rivière



Le graphique ci-dessus nous permet d'apprécier la diversité spécifique en fonction du gradient altitudinal. Sur seulement 360 m de dénivelé il ne suffit pas à expliquer la répartition des espèces sur le profil en long.

D'autres facteurs tels que l'exposition ou le substrat jouent un rôle prépondérant dans la répartition des espèces. Une forte diversité spécifique s'observe vers la *Font dels Alemanys* (610 m d'altitude) qui correspond aussi à un lieu de transition entre formations méditerranéennes (Chênaie d'Yeuse) et hêtraie. Globalement, la diversité est moins importante à l'amont de la *Font de les Colomates* et diminue nettement au voisinage de la source de la rivière Massane *Font de la Maçana* (970 m d'altitude).

Au voisinage de la cascade ou au repère « 3350 m » (repère sur le linéaire du cours principal de la rivière Massane représenté par l'axe des abscisses du graphique ci-dessus), des espèces d'affinités méditerranéennes (*Acer monspessulanum*, *Phillyrea latifolia*, *Quercus ilex*, etc) profitent de conditions stationnelles favorables (exposition, substrat) pour enrichir la diversité du peuplement. Localement, des espèces arbustives de landes s'ajoutent aux espèces forestières. C'est certainement ce que l'on observe au repère « 3750 m » du linéaire de la rivière avec la présence de *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna* ou *Rosa* sp.

Pour la forêt de la Massane, *Quercus ilex* trouve sa limite altitudinale à 760 m au repère « 2500 m » entre la cascade et la *Font de les Colomates*. Le dernier *Phillyrea latifolia* se rencontre à une altitude de 790 m au repère « 3300 m » en amont de la *Font de les Colomates*.

5 – Structure verticale du peuplement

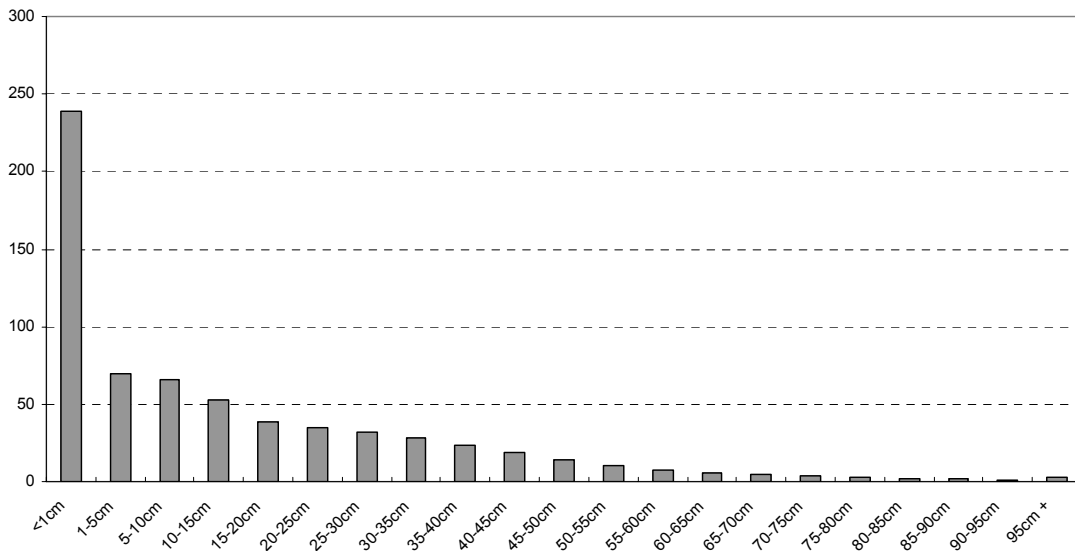
Les hauteurs n'ont été relevées que pour les individus de moins de 1,30 m de haut.

Ce paramètre est beaucoup plus « coûteux » en temps et n'a pu être pris en compte dans ce suivi. Il reste néanmoins un paramètre fondamental dans l'expression de la dynamique forestière et devra être relevé dès que possible.

6 – Structure diamétrale du peuplement

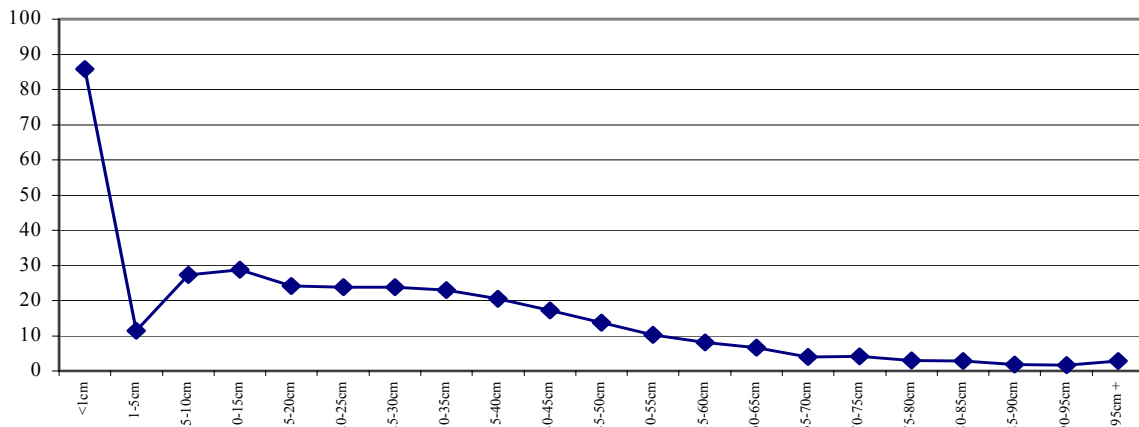
	< 1 cm	1 - 10 cm	10 - 30 cm	30 - 50 cm	50 - 70 cm	70 cm +	Diamètre maximum
<i>Acer campestre</i>	28	15	29	16	17	2	78,5
<i>Acer monspessulanum</i>	66	69	123	53	17	2	78,9
<i>Acer opalus</i>	2	2	21	9	1	1	83
<i>Alnus glutinosa</i>	83	24	100	220	50	7	97,2
<i>Castanea sativa</i>	2	2	1	4	3	0	60,7
<i>Corylus avellana</i>	11	56	36	0	0	0	27,3
<i>Crataegus monogyna</i>	80	112	46	4	0	0	38,6
<i>Evonymus europaeus</i>	37	25	2	0	0	0	11,7
<i>Fagus sylvatica</i>	1558	697	1758	1012	363	221	166
<i>Fraxinus excelsior</i>	168	38	27	27	8	2	91,3
<i>Ilex aquifolium</i>	1688	1295	606	45	0	0	46,5
<i>Phillyrea latifolia</i>	1	4	0	0	0	0	9,5
<i>Pinus nigra</i>	0	0	0	1	0	0	33,9
<i>Populus nigra</i>	1	0	0	0	0	0	
<i>Populus tremula</i>	3	0	1	1	0	0	31,9
<i>Prunus avium</i>	5	14	6	2	0	0	57 relevé sur chandelier
<i>Prunus spinosa</i>	304	39	1	0	0	0	10,2
<i>Pyrus spinosa</i>	2	4	2	0	0	0	15,6
<i>Quercus humilis</i>	26	19	60	38	27	27	142,5
<i>Quercus ilex</i>	52	29	16	6	6	0	46
<i>Sambucus nigra</i>	17	30	3	0	0	0	20
<i>Salix acuminata</i>	27	1	1	4	0	0	43
<i>Salix alba</i>	1	0	0	0	0	0	
<i>Salix purpurea</i>	2	0	0	0	0	0	
<i>Sorbus aria</i>	43	47	15	2	0	0	44,2
<i>Sorbus torminalis</i>	0	2	0	0	0	0	1,8
<i>Taxus baccata</i>	1	1	1	0	0	2	136,5
<i>Tilia platyphyllos</i>	0	4	5	0	0	0	29,5
<i>Ulmus minor</i>							18 relevé sur arbre au sol

La classe de diamètres « d<1cm » correspond aux individus de hauteur supérieure ou égale à 30 cm et inférieure à 1,3 m sur lesquels les diamètres DBH n'ont pas été relevés.



Distribution des arbres par classes de diamètre à l'hectare.

La classe « <1cm » est la plus représentée. Notons que *Ilex aquifolium* représente 40% des effectifs de cette classe. Les effectifs d'*Ilex aquifolium* représentent 59% de la classe de diamètre « 1<DBH<5cm » et 41% de la classe « 5<DBH<10 cm ». 82% des effectifs d'*Ilex aquifolium* se concentrent dans les classes de diamètre inférieur à 10 cm. Pour cette espèce, chaque tige a été considérée comme un individu, ce qui n'est pas forcément le cas, un individu pouvant compter plusieurs tiges.

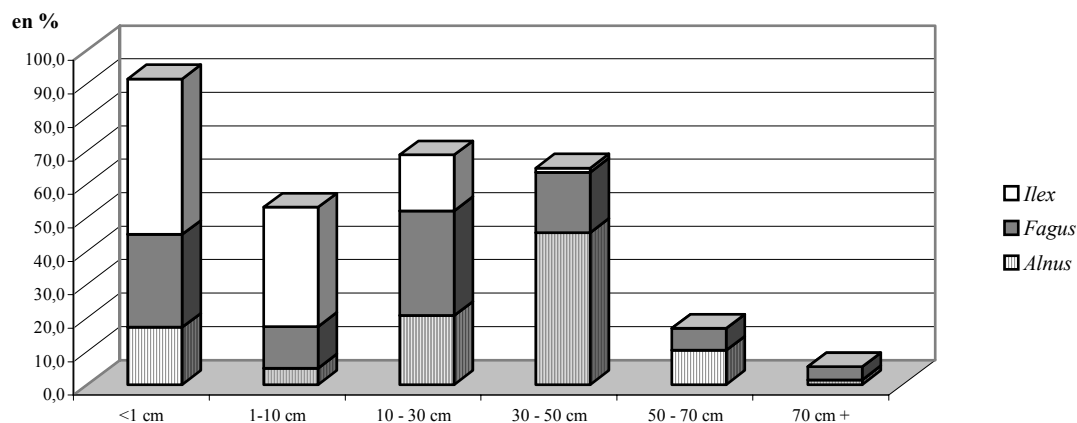


Distribution des *Fagus sylvatica* par classes de diamètre par hectare

36% des effectifs de la classe « <1cm » sont des *Fagus sylvatica*. Cette espèce n'affiche pas la même tendance que *Ilex aquifolium* dans les classes de diamètre supérieur. Sur le graphique ci-dessus, un important écart entre la classe « <1cm » et les arbres de diamètre « 1<DBH<5cm » s'explique certainement aussi par l'impact du troupeau des bovins. Cet écart ressortait déjà de l'analyse des 9,4 ha cartographiés de la réserve intégrale (J. GARRIGUE et J.-A. MAGDALOU, 2000). Rappelons que les études concernant l'impact du troupeau sur la Réserve Naturelle de la Massane (G. GONZALES, F. GROG, J.J. LOUVET, L. NOMBEL et J. TRAVÉ, 1978-1993) n'ont pas démontré que les vaches recherchaient spécialement les essences de Hêtres ou de Chênes : le hêtre ne représente que 1,4% du total des végétaux broutés pour la période de fréquentation de la Réserve par le troupeau (de mars à septembre) avec un maximum de 5,5% pour le mois de mai. L'impact des vaches se traduit par l'aspect particulier des arbres broutés, par le port en boule puis en « diabolos ». Les arbres constamment taillés réagissent comme des « bonzais ». Leur croissance en hauteur est ralentie alors que leur diamètre s'épaissit. De nombreux arbres de hauteur inférieure à 1,3 m peuvent donc présenter

des diamètres supérieurs à 5 cm et ne figureront pas dans cette classe de diamètre, leur diamètre DBH n'étant pas relevé.

Le peuplement est soumis à l'activité hydrologique de la rivière Massane conditionnée par l'occurrence des crues. L'épisode hydrologique de novembre 1999 a largement modifié le lit de la rivière avec d'importants dépôts d'alluvions. Une grande partie des effectifs de la classe de 1 cm correspond à la régénération qui se développe sur ces zones remaniées dont la viabilité est soumise à l'importance des crues à venir.



Distribution des effectifs trois principales essences (*Fagus sylvatica*, *Ilex aquifolium*, *Alnus glutinosa*) par classes de diamètre et en pourcentage.

La distribution des *Ilex aquifolium* illustre bien les commentaires ci-dessus. Cette espèce présente effectivement de très nombreux effectifs représentés en partie dans les classes de petits diamètres. 57,2 % des effectifs d'*Alnus glutinosa* se trouve dans les classes de diamètre supérieur à 30 cm. Seulement 28,4 % des *Fagus sylvatica* y sont représentés. Ces valeurs montrent bien les différents modes de recrutement pour chaque espèce.

6.1 – Surface terrière

La surface terrière d'un arbre représente la section orthogonale de sa tige à 1,3 m du sol (là où est mesuré son diamètre DBH « Diameter Breast Height »). Ne sont pris en compte dans cette analyse que les arbres vivants (les chandeliers sont traités dans le chapitre consacré au bois mort).

On obtient sur la zone étudiée une surface terrière de **31,5 m².ha⁻¹**.

	m².ha⁻¹
Lit mineur (4,2 ha)	26,5
Berges (15,2 ha)	33
Total (19,4 ha)	31,5

6.2 – Relations âges/diamètres

Le suivi actuel du peuplement ne fait pas l'objet d'analyse dendrochronologique. Nous renvoyons aux travaux réalisés sur la forêt par PARMENTIER (1991). Ce travail montre notamment qu'il y a des différences individuelles importantes et les limites d'une analyse qui ne tient compte que des diamètres. Par exemple, un hêtre de 20,1 cm de diamètre a 106 ans, alors qu'un de 44,6 cm, n'a que 67 ans. Un travail complet nécessiterait la détermination de tous les âges mais ce type d'étude n'est pas envisageable avec les moyens alloués à une Réserve Naturelle.

7 – Germinations

Quelques plantules (moins de 30 cm de haut) ont été relevées pour les espèces qui présentent une valeur potentielle non exprimée actuellement au stade arborescent dans la ripisylve. C'est le cas pour *Populus nigra*, *Salix alba* et *S. purpurea*.

Concernant les graines de *P. nigra* : « Elles sont petites, légères, abondamment enveloppées de longs poils blancs ressemblant à du coton, facilement disséminées par le vent et par l'eau. Mais leur viabilité ne dure que quatre à huit semaines. Ces graines envahissent les berges où elles peuvent germer en 24 heures et former des plantules en deux à trois jours » (H. & O. DESCAMPS, 2002). A la Massane seule une plantule a été relevée. Pourtant, les *P. nigra* adultes les plus proches sont en dessous du Roc del Corb, à quelques centaines de mètres seulement à vol d'oiseau de la rivière et sont donc capables d'alimenter en graines la ripisylve.

Espèces	Nombre de plantules
<i>Populus nigra</i>	1
<i>Populus tremula</i>	3
<i>Salix alba</i>	1
<i>Salix purpurea</i>	3

Depuis quelques années, nous notons de façon approximative l'importance de la fainée. Ce critère peut avoir une grande importance dans la dynamique de la colonisation du hêtre en ripisylve en fonction de l'importance des crues. En 1997 la fainée avait été abondante. En revanche elle avait été quasiment nulle en 1998. En 1999, la fainée a été très abondante. En 2000 et 2001 elles ont été nulles. En 2002 elle est bonne.

8 – Les arbres multiples

Certains arbres présentent plusieurs tiges sur souche commune. Chacune de ces tiges compte pour un individu lorsqu'elles se séparent à moins d'1,3 m de hauteur. 3065 arbres sont concernés, ce qui représente 19,2% du total. Jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, pour satisfaire aux besoins en charbon des forges catalanes, le hêtre était traité en taillis et généralement exploité par rotation tous les 24 ans. Le grand nombre de rejets de souche pour cette espèce, trouve peut-être son explication dans cette pratique passée.

9 – Bois mort

Dans ce chapitre il est important de signaler que ce suivi a été entrepris après la crue exceptionnelle de novembre 1999 qui a entraîné une grande partie du bois mort vers l'aval. Les estimations sont donc à prendre comme des données très faibles voire minimales, les stocks de bois morts ne se renouvelant que sur du long terme.

Certains de ces troncs et branches peuvent être assimilés à des « embâcles ». Ils jouent un rôle important dans l'hydrosystème et souvent positif dans le cadre d'une rivière naturelle : « *abri pour la faune, protection du fond (frein à l'incision) et parfois des berges, diversification des vitesses d'écoulement et des formes géomorphologiques,..* » (MICHELOT, J.-L., 1995).

D'un point de vue général : « *ce bois mort crée une grande variété d'habitats, depuis des vasques profondes, à écoulement lent, jusqu'à des cascades aérées et rapides. Ce faisant, le bois mort favorise la diversité de la vie végétale et animale dans les ruisseaux et les petites rivières. Les branchages ainsi immergés accumulent les feuilles mortes en des sites qui deviennent des hauts lieux de l'activité biologique. Le bois mort représente en outre un substrat sur le quel des algues peuvent se développer, attirant des insectes aquatiques, des mollusques, des vers. Toute une faune d'invertébrés sert ainsi d'intermédiaire entre des algues et des détritiques qu'elle consomme et des prédateurs....* » (DESCAMPS, H. & O., 2002).

Cette présence de bois mort est toutefois à relativiser par rapport à la rivière Massane, dans son intégralité : « *Les éléments qui confectionnent l'habitat aquatique, c'est à dire l'eau avec ses caractéristiques chimiques et physiques (vitesse, profondeur), les sédiments du fond du lit, les berges et la ripisylve associée au contact de l'eau, les macrophytes aquatiques, les déchets ligneux de la ripisylve... suivent une évolution spatiale. Dans le sens amont-aval, la minéralisation de l'eau, la largeur, le débit, la t° estivale, la profondeur moyenne, l'importance de la forêt alluviale...augmentent. Dans le sens amont-aval, la pente du lit, la pente des berges, la taille des sédiments et l'importance relative des déchets ligneux diminuent* »...(DEMARS, J.-J., 1997).

Les troncs et branches de plus de 10 cm de diamètre ont été cartographiés. Ils occupent au sol **105 m².ha⁻¹** et représente un volume de **26 m³.ha⁻¹**. Les branches de diamètre inférieur à 10 cm n'ayant pas été prises en compte, les valeurs exposées ci-après sous-estiment la nécromasse. Le volume a été calculé à partir de la surface totale et du diamètre moyen des arbres au sol. A cela, un coefficient réducteur (0,7) est utilisé pour compenser l'irrégularité des troncs. Sur les 19,4 ha cartographiés, 1419 troncs et branches de plus de 10 cm ont été relevés.

Nous présentons une estimation du volume de bois mort représentée par les chandeliers en considérant une hauteur moyenne de 3,5 m de hauteur de ces derniers (ce qui reste une sous-estimation). On obtient donc une valeur minimale de **8,7 m³.ha⁻¹**. Sur les 19,4 ha cartographiés, 702 chandeliers ont été relevés.

Espèces	Troncs ou branches au sol	Volume
<i>Alnus glutinosa</i>	220	48 m ³
<i>Fagus sylvatica</i>	942	388 m ³
<i>Quercus humilis</i>	96	39 m ³
Autres	161	31 m ³

	Chandelier	
<i>Alnus glutinosa</i>	93	45 m ³
<i>Fagus sylvatica</i>	315	99,5 m ³
<i>Quercus humilis</i>	12	7,6 m ³
Autres	161	16,9 m ³

Volume total	675 m³
Volume. ha⁻¹	34,7 m³

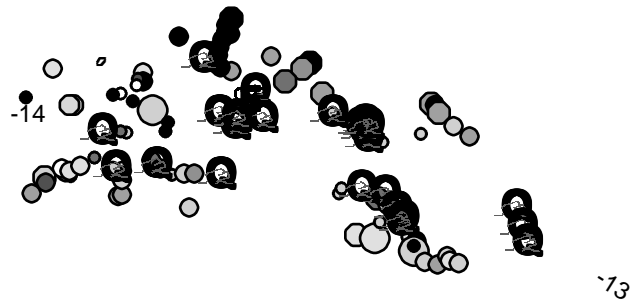
La surface terrière représentée par les arbres morts est de **9,5 m².ha⁻¹**. Cette valeur est calculée à partir du diamètre des arbres au sol et du diamètre DBH des chandeliers. Elle représente à peu près 30% de la surface terrière des arbres vivants. Cette valeur nous permet d'apprécier dans ce contexte de non exploitation le rapport entre arbres vivants et nécromasse.

Dans le souci de tirer quelques enseignements quant à la durée et le déroulement de ces processus complexes, une échelle de 1 à 4 a été utilisée pour spécifier le stade de décomposition du bois mort (49 individus sont au stade 1, 248 au 2, 812 au 3 et 304 au 4).

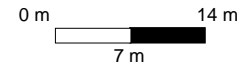
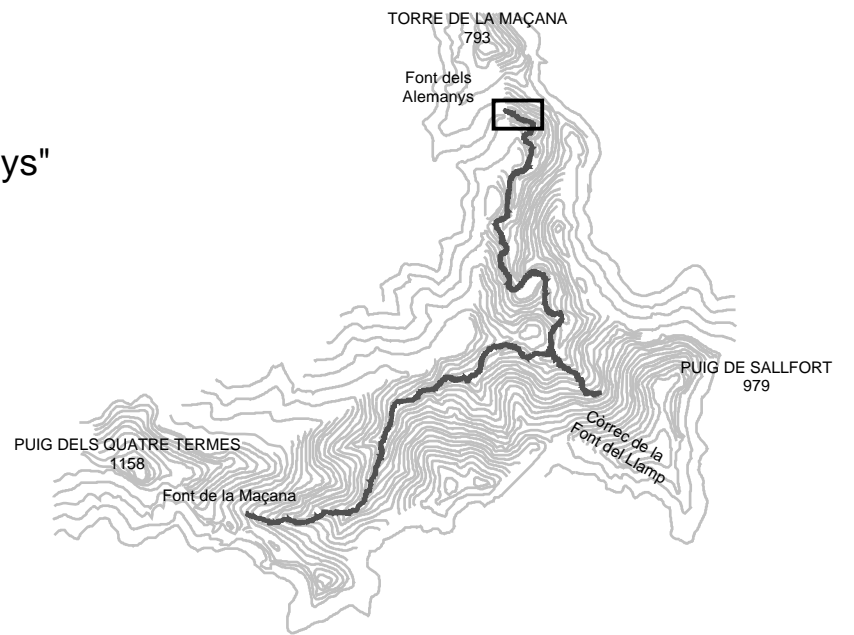
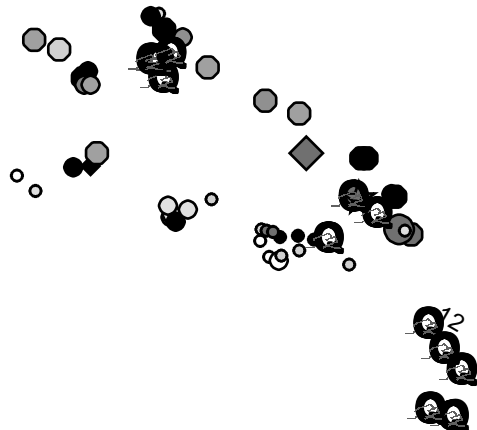
RIPISYLVE DE LA RIVIERE MASSANE

EXTRAIT CARTOGRAPHIQUE : "Confluence
Rivière Massane/Font dels Alemanys"

Altitude : 610 m



-73



- Espèces
- Phillyrea latifolia (4)
 - Prunus avium (6)
 - Prunus spinosa (1)
 - Quercus humilis (8)
 - Quercus ilex (34)
 - Rosa canina (4)
 - Sorbus aria (7)
 - Sorbus torminalis (2)
 - Salix acuminata (7)
 - Acer campestre (6)
 - Acer monspessulanum (12)
 - Corylus avellana (20)
 - Crataegus monogyna (3)
 - Euonymus europaeus (10)
 - Fagus sylvatica (13)
 - Alnus glutinosa (26)
 - Fraxinus excelsior (55)
 - Ilex aquifolium (78)

- ★ Souche
- ◆ Chandelier
- Arbre mort à terre
- ☠ Lysimachia vulgaris
- ◊ Lilium martagon
- ☪ Osmunda regalis

- Classes de diamètre
DBH en cm
- > 50
 - 30 - 50
 - 10 - 30
 - 1 - 10
 - 0 - 1

Répartition des individus
par espèces et par classes de diamètre

10 – Impact du troupeau de bovins

Rappelons que la Ripisylve est soumise à l'action du troupeau de vaches et que ce suivi a en partie pour objet de suivre son impact sur la hêtraie en comparaison avec les 9,4 ha en « réserve intégrale » non pâturée ayant déjà fait l'objet d'un suivi similaire (GARRIGUE, J. & MAGDALOU, J.-A, 2000).

11 – Les terrasses charbonnières

Du XII^{ème} au XVIII^{ème} siècle, la forêt a été intensément exploitée. Elle devait fournir du bois pour la fabrication de charbon de bois, qui était ensuite acheminé vers les forges catalanes et utilisé pour convertir le minerai de fer par un procédé particulier (J. TRAVÉ & I. FERNANDEZ, 1985). Les forges catalanes étaient de grandes consommatrices de charbon de bois. Les terrasses ou places charbonnières sont les témoins de cette exploitation passée.

Il est curieux de constater que la végétation ligneuse est absente des 23 places charbonnières relevées. L'abandon de l'exploitation remonte à plus de 120 ans. Il est intéressant de souligner la persistance de ce type d'impact.

IV – RECOUVREMENT AU SOL

Contrairement au travail précédent sur la Réserve intégrale, le recouvrement au sol n'a pas été relevé dans le suivi de la Ripisylve. Le système de transect long de 50 m en est la principale raison. Il est difficile et bien souvent trop approximatif de relever les pourcentages sur une si grande surface, ce qui n'était pas le cas dans des carrés de 100m².

En ce qui concerne la litière, il sera intéressant de finir la cartographie initiée, des zones d'accumulation. La répartition des zones à litière a déjà fait l'objet d'une cartographie sur l'ensemble de la Réserve Naturelle (V. CHERET, 1981).

V – ANALYSE DE QUELQUES ESPECES

L'Aulne glutineux (Alnus glutinosa (L) Gaertner)

Cet arbre est l'essence qui caractérise la ripisylve de la Massane. Le travail réalisé permet d'avoir une information sur la quasi totalité des individus de la Réserve (seuls quelques-uns au niveau des sources ne sont pas cartographiés dans ce travail).

En plus des paramètres relevés dans le cadre général de ce suivi, une attention toute particulière a été portée sur les champignons associés et le suivi d'*Aesalus scarabaeoides* dont l'aulne est le biotope principal à la Massane. Ce Coléoptère Lucanidae, vit principalement dans les troncs atteints de pourriture rouge. « ...il s'agit toujours de bois feuillus, cariés, humides, au sol et sous couvert forestier. Les caries sont de type rouge cubique (chêne, châtaignier, aulne, cerisier et orme) et, plus rarement, des caries blanches (hêtre, frêne). C'est cependant la carie rouge de chêne, ou mieux de l'aulne ou du merisier, qui ont la préférence de l'*Aesalus* lorsque différentes essences sont présentes dans une station. Les stations sont fraîches, de vallons ou de versants exposés au nord ou à l'ouest, à l'étage collinéen pour ses observations méridionales » (H. BRUSTEL, 1999). Dans le cadre de ses études, ce dernier auteur était venu en 1998 à la Massane pour rechercher les espèces d'Elateridae faisant partie du cortège prédateur d'*Aesalus*. Ce fût l'occasion de répertorier les rares *Ampedus quadrisignatus* et *A. cardinalis* et de définir l'habitat principal d'*Aesalus*, à savoir les Aulnes cariés rouges. Il reste à définir quels sont les champignons qui mènent à ce stade de décomposition à la Massane. 18 aulnes ayant ces critères ont été répertoriés dont 14 arbres au sol, 1 chandelier et 3 souches. Ces arbres au sol représentent environ 2,5 m³.

D'autres insectes sont associés à l'aulne, c'est le cas du rare Scolytidae *Taphrorichus alni* découvert récemment par Th. NOBLECOURT (à paraître) que l'on trouve sur les troncs d'aulne à demi immergés.

De nombreuses autres espèces sont associées à l'Aulne, en particulier les champignons qui traduisent en partie, l'état sanitaire des arbres. Le tableau ci-dessous reprend les principales espèces relevées qui sont surtout les plus visibles et donc faciles à repérer dans le cadre d'un inventaire forestier. Cependant l'inventaire des champignons liés à cet arbre reste à faire dans sa grande majorité. Au total, 97 aulnes sont porteurs d'au moins 1 champignon de ces espèces, et 5 d'entre eux en portent plusieurs.

Champignons	Arbres sains	Chandeliers	Souches	Totaux
Armillaria cf mellea	0	1	0	1
Gymnopilus spectabilis	3	2	2	7
Hypholoma fasciculare	9	8	2	19
Inonotus cf radiatus	27	20	6	53
Pholiota alnicola	2	5	0	7
Pluteus sp	1	3	1	5
Polyporus sp	1	6	0	7
Stereum sp	1	0	0	1
Indéterminés	1	1	0	2
Totaux	45	46	11	102

Nombre d'aulnes (Alnus glutinosa) parasités par espèces de champignons

Pour ces espèces relevées, il est intéressant de noter que 42 d'entre eux parasitent des chandeliers et 10 des souches, c'est à dire 52 arbres morts. Il y a donc 45 arbres vivants porteurs d'un champignon lignicole dont 27 qui présentent au moins un carpophore d'*Inonotus cf radiatus*. Tous les arbres porteurs de ce champignon manifestent des signes d'affaiblissement très important (nombreuses branches desséchées). Sur 26 arbres morts en 2002, 18 sont porteurs d'*I. cf radiatus*, 1 *P. alnicola*, 2 *H. fasciculare*, 2 polypores sp, et 3 sans champignons déterminés. On peut donc prédire sans trop s'avancer de la mort prochaine des 7 autres aulnes parasités par *I. cf radiatus*.

Certaines galles sont étroitement associées à *Alnus glutinosa* à la Massane : c'est le cas de l'acarien *Eriophyes cf inangulis*, et des champignons *Frankia alni* et *Taphrina amentorum* (GARRIGUE, J., 1994). Rappelons que *Frankia alni* joue un rôle écologique important. Ce champignon actinomycète symbiotique d'*A. glutinosa*, forme des nodosités radiculaires fixatrices d'azote.

Dans son catalogue des Coléoptères de la Massane, R. DAJOZ (1965) cite 17 espèces répertoriées sur l'Aulne.

On peut définir l'état actuel du peuplement d'aulne par les caractères suivants :

- Une nécromasse importante avec 91 chandeliers, 112 souches et 227 arbres au sol malgré la crue de 1999 qui a charrié une grande partie de ces bois morts.
- Seulement 86 individus de moins d'1,30 m de hauteur sur les 696 aulnes répertoriés.
- Une régénération sur souche importante. Ce caractère est particulièrement intéressant à étudier dans le cas d'*Alnus glutinosa* qui rejette très souvent de souche. Ces souches peuvent atteindre des tailles considérables à la Massane et concernent un grand nombre de ses aulnes. Contrairement à ce qui se passe habituellement, dans le cas des ripisylves, avec un renouvellement de l'ordre d'une trentaine d'années (QUEZEL, P., 2002), celui-ci ne serait pas aussi fréquent dans le cas des ripisylves de montagne et la proportion d'arbres âgés, voir très âgés, est peut-être très importante dans ce cas. Une étude approfondie serait intéressante à mener. Sur l'ensemble de la ripisylve, 170 aulnes sont des arbres multiples (soit 24,5% du total).

Au regard de ces paramètres, il apparaît la nécessité de connaître l'âge des individus afin d'appréhender la façon dont se réalise le recrutement de l'aulne, dans ce type de rivière. Une étude complémentaire avec carottage d'un échantillon représentatif, apporterait certainement de précieuses informations.

Les fougères

De nombreuses fougères sont hygrophiles et poussent essentiellement au bord de l'eau, c'est le cas des quatre dont nous avons relevé la présence à la Massane : *Athyrium felix-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *Osmunda regalis* et *Polystichum setiferum*. Elles nous ont paru être intéressantes du fait de leur caractère « vivace » pour un suivi à long terme.

Polystichum setiferum est la fougère qui présente la distribution la plus réduite. Les 27 pieds cartographiés sont tous dans la partie basse de la Réserve. Cette fougère semble « laisser » ensuite la place à *Dryopteris filix-mas* qui n'a que deux pieds en partie basse, les 75 autres étant à une altitude supérieure à *P. setiferum*.

Osmunda regalis est souvent citée comme une originalité à la Massane du fait de son affinité Atlantique. En fait, elle est une des plantes caractéristiques des ripisylves méditerranéennes du nord comme du sud : « ...elles comprennent des espèces caractéristiques des aulnaies à fougères : l'osmonde royale *Osmunda regalis*, la fougère femelle *Athyrium felix-femina*, la circée des sorcières *Circaea lutetiana*,... » (DESCAMPS, H. & O., 2002).

C'est une plante que l'on trouve dans le département, essentiellement sur le massif de l'Albera. En plus de cette distribution réduite, cette plante est particulièrement spectaculaire et confère à la ripisylve un aspect paysager de premier plan. De plus elle joue un rôle dans le maintien des berges et l'épisode de la crue de 1999 est exemplaire : le lit mineur a subi une érosion très importante mais les touffes d'*O. regalis* ont résisté même pour celles situées au milieu du cours d'eau alors que de grands arbres ont été déplacés de plusieurs centaines de mètres. Elle joue certainement un rôle écologique important qu'il faudrait approfondir, notamment pour les espèces associées (Invertébrés surtout). Pour l'ensemble de ces raisons, il nous a semblé intéressant de la suivre. 414 touffes ont été relevées qui s'échelonnent du bas de la Réserve jusqu'aux Colomates. Leur présence est discontinue mais comprise dans la zone à *Alnus glutinosa*. Ce suivi devrait permettre sur le long terme de connaître la dynamique de cette espèce ainsi que des paramètres comme la longévité.

Athyrium felix-femina est la fougère la mieux représentée le long de la rivière, avec 802 touffes répertoriées. Elle couvre l'ensemble de la rivière de la source à la partie aval de la Réserve. Nous avons décidé de suivre cette espèce par rapport aux autres, espérant dégager des informations sur d'éventuelles interactions interspécifiques, le travail reste à faire. Il paraît évident qu'avec *O. regalis* cette espèce entre en compétition pour de nombreux emplacements.

Le séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*)

« ...les milieux fluviaux sont particulièrement touchés par la prolifération de plantes ou d'animaux exotiques, disséminés le long de la vallée par l'action de l'eau ou du vent... » (MICHELOT, J.-L., 1995). La Réserve naturelle de la Massane n'échappe pas à cette règle et c'est bien ce que l'on observe le long de la rivière. La crue de novembre 1999 a accentué les surfaces « décapées » qui profitent aux plantes à fort potentiel invasif. Nous avons donc relevé l'ensemble des pieds de *Senecio inaequidens* afin de pouvoir suivre à long terme la dynamique de cette espèce très invasive. Seulement 36 pieds ont été relevés mais sur 17 tronçons, de l'aval (tronçon -13) à au dessus des Colomates (tronçon 75). Bien que peu abondante actuellement, l'espèce est potentiellement capable de coloniser l'ensemble du cours d'eau. L'espèce était bien plus abondante avant la crue de 1999, qui a « balayé » la plupart des individus. Cette présence avait été mise à profit pour suivre les espèces susceptibles de la réguler (MAZEL, R. et GARRIGUE, J., 1999).

Le lierre (*Hedera helix*)

Le lierre est souvent décrié dans la littérature, comme néfaste au développement de l'arbre, bien que n'étant pas un parasite au sens strict. Gaston BONNIER dans sa flore illustrée écrit « ...On doit détruire le Lierre sur les arbres lorsqu'il prend une trop grande extension... » et bien que mesuré dans ses propos, puisqu'il limite la destruction en fonction de l'extension du lierre, ce principe de destruction est trop souvent pratiqué par les gens qui « croient bien faire »...

Il a pourtant un rôle écologique important, abritant de nombreuses espèces en période de floraison, mais aussi en fin d'hiver où ses fruits sont très consommés. CARBIENER (1991) cite les différents rôles écologiques et fonctionnels du lierre, notamment « les apports de litières et de leur décomposition montrant l'apport d'une fumure minérale d'autant plus intéressante (sauf pour le *P*, peu abondant) qu'elle a lieu principalement en avril-mai, ... ». Il fait également référence à un travail

de TREMOLIERES et al., (1988). A la Massane bien que relevé sur de nombreux arbres, le lierre présente peu d'individus susceptibles de fructifier et de jouer pleinement le rôle écologique suscitée.

L'espèce a été relevée sur 492 arbres de 18 espèces différentes de 1 cm à 98,7 cm de diamètre. (Signalons que le lierre n'est pas exclusivement lié à un arbre et que plusieurs individus sont sur rochers ou au sol donc qu'à ce titre ce suivi n'est pas exhaustif concernant cette espèce).

Quelques espèces de la ripisylve

Nous avons relevé la présence de quelques espèces qui sont étroitement associées à la ripisylve.

C'est le cas des stations de *Chrysosplenium oppositifolium* (38 stations), *Oxalis acetosella* (122 stations), *Cardamine flexuosum* (10 stations) qui forment une variante de l'association végétale de la « comunitat de cardamine pirinenca (*Cardaminetum pyrenaicae*) (FOLCH i GUILLEN, R., 1981) signalée comme « comunitats fontinals i mullals fangosos de les vernedes i fagedes (*Cardamino-Montion*) » par J. FONT (2000). Cette association n'est bien représentée que dans les 10 stations où nous avons relevé *Cardamine flexuosum*.

C'est également le cas de *Circaea lutetiana*, espèce très rare à la Massane. Une seule station avec moins de 10 pieds.

Anemone nemorosa est elle aussi strictement inféodée à la ripisylve à la Massane, avec seulement 6 stations de quelques pieds seulement.

Autres espèces

Galanthus nivalis

Les stations de perce-neige ont été répertoriées le long de la rivière. Elles correspondent à un faciès de la hêtraie : « la hêtraie à perce-neige, étroitement localisée à la Massane aux replats situés en bordure de la rivière ainsi que dans les très rares secteurs à humidité édaphique persistante » (PUIG, J.- N., 1979). Seulement 9 stations répertoriées mais qui comportent de nombreux individus.

Daphne laureola

Cette espèce est totalement absente de la partie amont de la ripisylve (à compter du transect 65). Bien que non spécifique à la ripisylve, le suivi de l'ensemble des individus (193 pieds) s'y rapportant devrait nous donner des informations sur la dynamique et la biologie de cette espèce.

D'autres espèces ont été relevées, nous renvoyons au tableau en annexe qui les regroupent.

Les champignons

Le suivi entrepris sur les champignons concernent principalement les « lignicoles ». Ceux-ci sont surtout bien représentés sur les arbres morts et les arbres dépérissant. Sur les 238 espèces de champignons répertoriées à la Massane en 1997, 34% poussent directement sur le bois (J. TRAVÉ, F. DURAN & J. GARRIGUE, 1999). Dans ce pourcentage ne sont pas pris en compte les champignons mycorhiziques. L'importance des champignons a été soulignée par DAJOZ (1998 : p 403) « représentés par un très grand nombre d'espèces, ils sont un des éléments les plus importants de la biodiversité tout de suite après les invertébrés ; ils hébergent souvent une riche faunule d'invertébrés ; ils constituent des symbioses avec les arbres ; certaines espèces sont des parasites pouvant tuer les arbres alors que d'autres espèces constituent des pourritures exploitant le bois mort et accélérant le recyclage des éléments minéraux ».

Le suivi porte sur les espèces ou groupes d'espèces lignicoles les plus fréquents à la Massane, pour certains d'entre eux, une étude sur les coléoptères associés a déjà été réalisée par R. DAJOZ (1966).

Au total, 406 arbres ont été relevés porteur d'au moins une espèce de champignon lignicole.

Laetiporus sulfureus

Un seul *Quercus humilis* a été répertorié sur l'ensemble de la Ripisylve porteur de ce champignon lors de ce travail.

Ce champignon était présent avant le suivi, sur le gros *Taxus baccata* de la cascade (GARRIGUE, J., TRAVÉ, J. & DURAN, F., 1995).

Fomes fomentarius

112 arbres ont été répertoriés porteurs d'au moins un sporophore, dont 106 *Fagus sylvatica*, 1 *Acer monspessulanum*, 3 *Fraxinus excelsior*, 1 *Populus tremula* et 1 *Corylus avellana*. Sur ces 112 données, 28 sont des chandeliers, 2 des souches, et 62 des arbres au sol, c'est à dire qu'il y a 20 arbres encore vivants. Cependant, sur ces 20 arbres, 3 possèdent une cavité et présentent donc une manifestation visible d'affaiblissement.

Ces 112 arbres sont répartis tout au long du cours d'eau de l'aval de la Réserve à la source. En revanche de grandes portions de rivière en sont dépourvues et il sera intéressant de suivre la dynamique de ce champignon.

Scleroderma citrinum

Un autre champignon non lignicole a fait l'objet d'un suivi particulier, c'est le cas de *Scleroderma citrinum*, dont on a relevé les stations. Ce champignon ne se trouve à notre connaissance à la Massane que le long de la Ripisylve. Les stations sont assez circonscrites et les fructifications annuelles régulières. Cette espèce est parasitée par un bolet (*Xerocomus parasiticus*) sur l'une des stations.

D'autres champignons ont fait l'objet d'un suivi, c'est le cas notamment de ceux associés à *Alnus glutinosa* cités précédemment dans l'analyse spécifique à cette espèce.

VI - CAVITÉS

Ce paramètre est rarement relevé dans les suivis forestiers et est même absent des préconisations de suivi des forêts subnaturelles proposées au niveau du Conseil de l'Europe dans son programme COST E4. De nombreux travaux ont pourtant montré l'intérêt de ces microbiotopes et de leur cortège faunistique, avec de nombreuses espèces spécialisées, notamment chez les invertébrés (A. Kh. IABLOKOFF (1943), R. DAJOZ (1966), J.-M., LUCE (1995),...). Ces milieux sont également d'un grand intérêt pour les Oiseaux et les Mammifères à la Massane (TRAVÉ, J., DURAN, F. & GARRIGUE, J., 1999).

Différents types de cavités ont été relevées lors de ce travail. 355 arbres sont concernés représentant 10 espèces différentes, d'un diamètre allant de 4 cm à 109,7 cm. Cela devrait permettre le suivi de la faune associée. Il en est ainsi des cavités qui correspondent à des cuvettes (dendrothelmes) dans lesquelles persiste l'eau de pluie, et qui permettent le développement d'une faune de Diptères très spécialisés (M. C.D. SPEIGHT, 1989).

Type de cavités	nombre d'arbres concernés
Cavités de tronc	168
Cavités de pied	47
Grosses Cavités de branches	17
Dendrothelmes (cuvette d'eau)	123
Total (dont 35 à cavités multiples)	355

Sur la zone considérée, seulement 5 arbres ont été répertoriés attestant de la présence d'*Osmoderma eremita*, espèce prioritaire de la directive « Habitats » : 3 chênes et 2 hêtres, tous de plus de 50 cm de diamètres et présentant une cavité de tronc avec terreau. Pour 2 d'entre eux, un adulte de ce Coléoptère a été vu lors des prospections.

L'abandon de toute sylviculture depuis plus de 100 ans favorise la présence de vieux arbres comportant une cavité remplie de terreau, favorables à la conservation de cette espèce. Mais les conditions favorables à l'installation de celle-ci sont rares : uniquement 5 arbres sur les 168 qui présentent une cavité de tronc.

VII - CONCLUSION

Sur la Réserve Naturelle de la Massane, la politique d'inventaires menée depuis plus d'un siècle avec la présence du Laboratoire Arago à Banyuls-sur-Mer dès 1882, a permis de répertorier plus de 5300 espèces. Ces inventaires montrent la complexité d'un écosystème forestier, tant d'un point de vue du nombre d'espèces, que du fonctionnement général et particulier des nombreux microbiotopes. De plus, les connaissances sur la biologie de nombreuses espèces sont fragmentaires, voire totalement absentes.

Le choix de gestion de la Réserve Naturelle de la Massane, basé sur la non intervention, outre la volonté de laisser se dérouler naturellement les processus de vie et de mort, repose en partie sur ces inconnues. La compréhension de cet écosystème forestier passe par la prise en compte du maximum d'informations. C'est un des buts de ce travail, en ce qui concerne le suivi de la ripisylve, qui constitue notamment l'ossature géographique de travaux ultérieurs.

Cette non intervention, est contrecarrée en partie, par la présence d'un troupeau de bovins qui utilise cet espace au moins depuis le XIII^{ème} siècle (TRAVÉ, J. & GARRIGUE, J., 1996). L'impact du troupeau a fait l'objet de plusieurs études et notamment d'une synthèse (GONZALES, G., GROU, F., LOUVET, J.-J., NOMBEL, L., TRAVÉ, J., 1978-1993). Une clôture mise en place a pour but de préciser sur le long terme cet impact sur la dynamique du peuplement.

Des brèches provoquées par la chute de vieux arbres permettent à la régénération de s'opérer. En l'absence de sylviculture, ces processus forestiers deviennent plus longs et plus aléatoires, et cela se traduit par une hétérogénéité structurelle très marquée. L'absence de sylviculture se traduit également par l'abondance de bois mort avec 34,7 m³.ha⁻¹ pour les troncs supérieurs à 10 cm de diamètre. Cette composante est rarement prise en compte dans le suivi des ripisylves et permettra de la suivre sur le long terme.

La prise en compte de nombreux paramètres devraient permettre d'avoir des informations à long terme sur de nombreuses espèces comme les champignons lignicoles, le lierre, quelques Invertébrés comme *Osmoderma eremita*, les différentes essences arborées et les caractéristiques du peuplement.

Le résultat obtenu est le fruit d'une coopération étroite avec le service SIG (Système d'Information Géographique) de la CRNC (Confédération des Réserves Naturelles Catalanes) dont fait partie la Réserve Naturelle de la Massane. Ce service avec la présence de 2 techniciens qualifiés a permis la programmation d'un tel suivi et la réalisation d'un outil performant transposable à d'autres applications cartographiques.

Ce numéro dans sa présentation n'est qu'une synthèse des résultats bruts enregistrés et ne reflète que partiellement les informations que l'on peut attendre d'une telle cartographie. Ce travail devrait permettre, par des exploitations statistiques plus poussées, d'apporter de nombreuses informations sur le fonctionnement de l'écosystème forestier de la Massane, notamment sur la dynamique et l'histoire du peuplement arboré.

Actuellement plus de 15% de l'habitat forestier de la Massane sont cartographiés.

TRAVAUX CITES

- BRUSTEL, H., VAN MEER, C.; 1999 ; Sur quelques éléments remarquables de l'entomofaune saproxylique pyrénéenne et des régions voisines (Coleoptera); Bull. Soc. ent. de France 104 (3) : 231-240
- CANAL, G., RIGOLE, B.; 1978; Etude hydrologique du bassin versant de la rivière Massane; Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 3
- CARBIENER, R. ; 1991 ; Les écosystèmes forestiers. Aspects fonctionnels liés à l'évolution biogéographique et aux influences anthropiques. Coll. Phytosociologique XX, Bailleul : 73-99
- CAUDERLIER, E.; 1983; Etude comparative du peuplement en invertébrés de la Massane entre 1957 et 1982; Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 13 : 1-24
- DAJOZ, R. ; 1965 ; Catalogue des Coléoptères de la forêt de la Massane. Vie et Milieu Suppl. 15(4):1-207
- DAJOZ, R. ; 1966 ; Ecologie et biologie des Coléoptères xylophages de la Hêtraie. Vie et Milieu 17 fasc 1C : 531-636, fasc 2C : 637-763
- DAJOZ, R. ; 1998 ; Les insectes et la forêt. Ed. Lavoisier Tec&Doc : 1-594
- DESCAMPS, H. & O. ; 2002 ; Ripisylves méditerranéennes ; Conservation des zones humides méditerranéennes ; Tour du Valat, MedWet : 1-139
- DEMARS, J.-J. ; 1997 ; Forum des gestionnaires ; Les cours d'eau, des milieux naturels à gérer : 53-61
- FOLCH i GUILLEM, R. ; 1981 ; La vegetació dels països catalans. Ed. Ketres : 1-513
- FONT-GARCIA, J.; 2000; Estudis botànics de la Serra de l'Albera. Catàleg florístic general i poblament vegetal de les Basses de l'Albera.; Tesi, Universitat de Girona : 703
- GARRIGUE, J.; 1994 ; 1ère contribution à la connaissance des galles de la Réserve Naturelle de la Massane; Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 37 : 1-44
- GARRIGUE, J., MAGDALOU, J.-A. ; 2000 ; Suivi forestier & Cartographie assistée par système d'information géographique ; Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 55 : 1-44 et carte
- GARRIGUE, J., TRAVÉ, J., DURAN, F. ; 1995 ; La flore vasculaire, Bilan des connaissances. Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 39 : 1-82
- GONZALES, G., GROU, F., LOUVET, J.-J., NOMBEL, L., TRAVÉ, J., (1978-1993) - Impact du troupeau de bovins sur la réserve naturelle de la Massane. Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 5 : 1-77
- IABLOKOFF, A.-Kh ; 1943 ; Ethologie de quelques Elatérides du massif de Fontainebleau. Mém. Mus. 18 : 81-160
- LUCE J.-M. ; 1995 ; Les Cétoines microcavernicoles de la forêt de Fontainebleau (Insecta, Coleoptera) : niches écologiques, relations inter-spécifiques et condition de conservation des populations. *Thèse du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris.
- MAZEL, R., GARRIGUE, J.; 2000; La conquête du Sénéçon du Cap par quelques Insectes phytophages (Lepidoptera, Diptera, Homoptera,...); RARE IX (3) : 72-78
- MICHELOT, J.-L. et al. ; 1995 ; Gestion patrimoniale des milieux naturels fluviaux ; Guide technique ; ATEN : 1-67
- MOUBAYED, Z.; 1986; La rivière Massane, Inventaire faunistique et recherches écologiques; Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 21 : 1-61
- PARMENTIER, S. ; 1991 ; Etude de la croissance de hêtres dans la réserve naturelle de la Massane. Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 30 : 1-32
- QUEZEL, P. ; 2002 ; communication orale, Journées ripisylves organisées par « Forêts méditerranéennes ».
- PUIG, J.N. ; 1979 ; Notice sur la végétation. Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 7:1-51
- SPEIGHT, M.C.D. ; 1989 ; Les invertébrés saproxyliques et leur protection. Collection sauvegarde de la nature 42 : 1-76
- TRAVÉ, J., DURAN, F., GARRIGUE, J. ; 1999 ; Biodiversité, richesse spécifique, Naturalité. L'exemple de la Réserve Naturelle de la Massane; Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 50 : 1-30
- TRAVÉ, J., FERNANDEZ, I. ; 1985 ; Evolution réciproque des biocénoses et des activités humaines dans la Rés. Nat. de la Massane. Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 16 : 1-41
- TRAVÉ, J. & GARRIGUE, J. ; 1996 ; Plan de gestion 1997-2001. Réserve Naturelle de la Massane, Travaux 46 : 1-125
- TREMOLIERES, M., CARBIENER, R.; 1985; Quelques aspects des interactions entre litières forestières et écosystèmes aquatiques ou terrestres; Rev. Ecol. Terre et Vie 40 (4) : 435-449

ASSOCIATION DES AMIS DE LA MASSANE

RESERVE NATURELLE DE LA MASSANE

TRAVAUX

62

**SUIVI RIPISYLVE
&
CARTOGRAPHIE ASSISTÉE PAR SYSTÈME D'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE**

PAR

**J.-A. MAGDALOU, Ch. HURSON
& J. GARRIGUE**

2002

Laboratoire Arago, BP44-66651-BANYULS-SUR-MER Cedex