



ASSOCIATION DES AMIS DE LA MASSANE

RESERVE NATURELLE DE LA MASSANE

Travaux 50

**Biodiversité, Richesse spécifique, Naturalité.
L'exemple de la Réserve Naturelle de la Massane**

Par J. TRAVÉ, F. DURAN
& J. GARRIGUE

1999

Laboratoire Arago – 66650 – BANYULS-SUR-MER

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION..... | 1 |
| DEFINITIONS..... | 2 |
| FACTEURS DE LA BIODIVERSITE..... | 3 |
| 1– Biogéographie..... | 3 |
| 2– Isolement..... | 3 |
| 3– Diversité de la couverture végétale, habitats, unités écologiques..... | 3 |
| 4 – Présence du troupeau..... | 7 |
| 5 – Biodiversité des milieux..... | 7 |
| 6 – Degré de Naturalité..... | 10 |
| RICHESSSE SPECIFIQUE..... | 11 |
| Lichens..... | 12 |
| Diptères..... | 13 |
| Coléoptères..... | 14 |
| NATURALITE..... | 15 |
| 1– Vertébrés..... | 18 |
| 2– Invertébrés..... | 20 |
| 2.1 – Les Coléoptères..... | 20 |
| 2.2 – Les Microarthropodes..... | 22 |
| CONCLUSION..... | 28 |
| TRAVAUX CITES..... | 29 |

Biodiversité, Richesse spécifique, Naturalité.

L'exemple de la Réserve Naturelle de la Massane

par

Joseph TRAVÉ, François DURAN et Joseph GARRIGUE

I - INTRODUCTION

Depuis la création en 1882 du Laboratoire Arago, par l'Université de Paris (Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer) la forêt de la Massane (ou des Couloumates) est un site très étudié par les biologistes, les botanistes et depuis la dernière guerre, par les écologues. De très nombreuses publications ont mis l'accent sur l'originalité et la richesse de son patrimoine naturel.

L'activité scientifique n'a cessé de se développer à partir de la fin des années 50, d'abord avec la mise en défens d'une petite zone clôturée de 10 ha, la construction d'un refuge laboratoire et d'une station météorologique, puis avec la création en 1973 d'une réserve naturelle de 336 ha. Cette création a augmenté sensiblement les moyens de gestion et d'étude de l'association des amis de la Massane, responsable de la gestion de la Réserve.

Une approche descriptive et analytique aussi complète que possible en a été donnée récemment dans la 1^{ère} partie du plan de gestion de la réserve naturelle (J. TRAVÉ, J. GARRIGUE, 1996).

Biodiversité et naturalité sont des notions de plus en plus utilisées, surtout la 1^{ère}, en écologie. Le but de ce travail est de situer la Réserve au regard de ces deux caractéristiques¹ ainsi que de la Richesse spécifique, qui en découle directement.

¹ Ce travail est une synthèse de 2 communications présentées par l'un de nous (J.T.), l'une au cours d'un stage de formation de France Nature Environnement : « Sylviculture et conservation de la biodiversité, Nogent-sur-Vernisson, 7 et 8/08/1994, l'autre au Congrès international « Naturalness and European forest Strasbourg, 26-29/10/1997 ».

II - DEFINITIONS

Biodiversité :

Cette notion est très à la mode depuis quelques années et principalement depuis la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio en 1992. Elle est définie par Ph. LEBRETON (1998) *comme la quantité et la qualité de l'information contenue dans tout biosystème, de l'ADN aux paysages, en passant par les espèces, les peuplements et les écosystèmes. Le verbe « in-former » conformément à son étymologie signifie « mettre en forme », c'est à dire en structures dont découlent logiquement fonctions, fonctionnement et évolution.*

C'est donc en fait la diversité à tous les niveaux : diversité génétique, diversité des espèces, des habitats, des écosystèmes.

Naturalité :

Ce terme peu connu encore, est l'équivalent de l'anglais « naturalness ». Cette notion s'impose de plus en plus en écologie forestière. On estime le degré de naturalité d'une forêt en fonction de l'impact plus ou moins grand de l'activité humaine. Quelques expressions souvent employées se réfèrent à ce degré de naturalité

En voici quelques unes proposées par A. SCHNITZLER-LENOBLE, 1996 :

*« Le terme de **forêt vierge** désigne la forêt originelle non habitée. Elle n'existe plus en Europe depuis le néolithique. Le terme est utilisé pour désigner les grandes forêts tropicales de la planète mais à tort car l'homme a certainement parcouru et habité toutes les forêts du monde.*

*Le terme de **forêt primaire** est plus restrictif. Il s'applique aux forêts de grande étendue, (plusieurs milliers d'hectares), à composition floristique et faunistique correspondant aux potentialités naturelles du milieu et qui se renouvellent exclusivement par des processus sylvigénétiques autonomes, sans interférence humaine, autres que ponctuelle.*

*Le terme de **forêt ancienne** désigne des forêts constituées de gros arbres et d'arbres morts, à structure complexe, et biologiquement très riche. Ces forêts anciennes correspondent aux vestiges des sylvies originelles et ne couvrent généralement que de petites surfaces inférieures à la centaine d'hectares.*

*La **forêt naturelle** ou **semi-naturelle** est un terme vague, qui peut englober les forêts anciennes, de même que les forêts récentes (moins de 100 ans) ayant reconquis naturellement un espace anciennement déboisé.*

*La **forêt gérée** est assujettie à l'exploitation humaine, ce qui change notamment la composition de sa biodiversité. »*

Si l'on s'en tient à ces définitions, la forêt de la Massane est difficile à classer. Elle a moins de 1000 ha, elle n'est plus exploitée depuis plus de 100 ans, et elle n'est pas gérée au sens forestier du terme. On peut la qualifier de **forêt naturelle relativement ancienne**.

Pour tous les auteurs, l'activité humaine principale est l'exploitation forestière. Pour certains d'entre eux (G. F., PETERKEN, 1996), l'élevage est un facteur important de dégradation et fait baisser le degré de naturalité d'un espace forestier. Pour d'autres auteurs, un élevage, à condition qu'il soit extensif, ne fait que remplacer les herbivores sauvages qui faisaient partie intégrante de l'écosystème forestier avant que les hommes ne les fassent disparaître.

On peut donc retenir que la notion de naturalité a des interprétations différentes selon les auteurs. Il serait évidemment souhaitable que les termes soient précisés et fassent l'objet d'un consensus.

III - FACTEURS DE LA BIODIVERSITE

1- Biogéographie.

Situé à 5 km de la Méditerranée, à une trentaine des hauts sommets de la chaîne pyrénéenne et au contact de la péninsule Ibérique, la Massane correspond bien à ce que l'on appelle un carrefour biogéographique. Son peuplement actuel est donc constitué principalement d'éléments méditerranéens, montagnards et ibériques avec un fond relativement important d'espèces médio-européennes. Certains milieux conservateurs comme le sol profond peuvent abriter, en effet, des espèces très anciennes.

2- Isolement

Le Massif de l'Albère est bien séparé de la chaîne des Pyrénées par le col du Perthus qui est à basse altitude (290 m). La hêtraie qui se situe dans la zone sommitale du massif est isolée des autres hêtraies pyrénéennes par une épaisse ceinture de végétation méditerranéenne : maquis, landes sèches, forêts de chênes lièges et chênes verts. On peut la comparer à une île séparée du continent. Cet isolement favorise la création de sous-espèces ou même d'espèces endémiques. Ce caractère de « pseudoinsularité » joue donc un rôle important sur le plan de l'évolution.

3- Diversité de la couverture végétale, habitats, unités écologiques

Actuellement les unités écologiques reposent sur l'analyse de la végétation. Une typologie européenne, la typologie « CORINE », code les différents types de végétation. Le tableau I, regroupe les principaux types rencontrés dans la Réserve avec leur surface respective.

| HABITATS | Hectares | Code |
|------------------------------------|----------|--------------------|
| Pelouses xérophiles | 4,692 | 35.3 & 62.2 |
| Pelouses à plantain caréné (crête) | 36,473 | 35.3 & 35.1 & 62.2 |
| Pelouses nitrophiles à raygrass | 2,86 | 38.1 |
| Faciès à fougère aigle | 19,934 | 31.8 |
| Faciès à sarothamne | 3,445 | 31.8 |
| Cistaies | 1,436 | 32.3 |
| Faciès à callune | 56,092 | 31.2 |
| Faciès à genévriers | 24,45 | 31.88 |
| Landes hautes de surpâturage | 2,95 | 31.8 |
| Hêtraies | 126,437 | 41.12 |
| Chênaies caducifoliées | 50,168 | 41.5 & 41.4 |
| Chênaies d'yeuse | 3,782 | 45.3 |
| Ripisylve | 3,47 | 44.5 & 24.1 & 54.1 |

Tableau I : Types de végétation répertoriés à la Massane selon la nomenclature « CORINE » avec leur surface respective en hectares.

La couverture végétale comprend 3 types principaux de formations, les forêts, les landes et les pelouses. (Fig 1)

Les graphiques ci-dessous donnent l'importance en pourcentages et en hectares de chacune de ces formations.

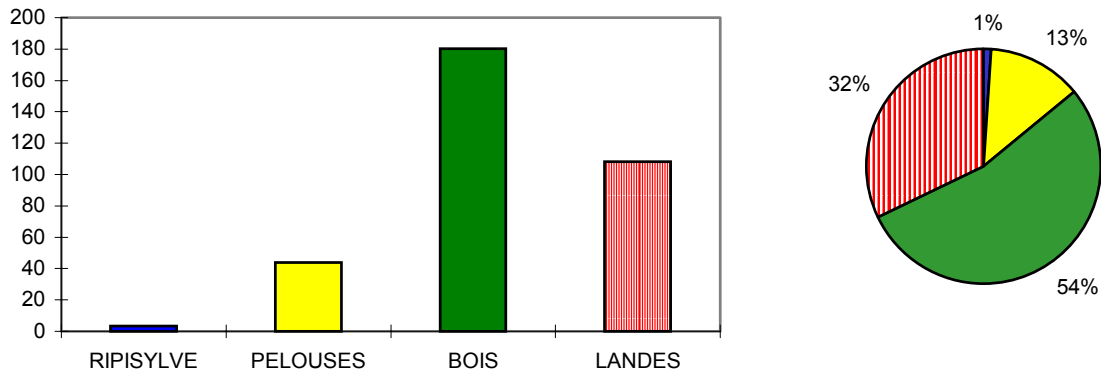


Fig. 1 : Surface des différents types de végétation en nombre d'hectares et leur représentation proportionnelle.

La forêt (Fig 2) représente près de 54% de la surface de la Réserve :

la chênaie d'yeuses se développe sur près de 4 ha, au pied de la tour Massane en exposition Sud et en inversion d'étage. Elle se caractérise par un sous-bois pauvre du à la faible luminosité. Elle est tout à fait caractéristique d'une yeuseraie de type montagnard, ce que les phytosociologues catalans nomment « L'alzinar muntanyenc ».

La hêtraie constitue la formation la plus importante et on peut distinguer différents faciès selon la composition et l'importance de la strate herbacée: hêtraie mixte où le couvert est clair, les arbres petits et où les hêtres possèdent un système racinaire traçant volumineux implanté à faible profondeur; hêtraie à canche (*Dechampsia flexuosa*), à l'aspect de futaie pure étant donné le vide important au niveau des micro et nanophanérophytes, où la litière est en général exportée par le vent et où le sol squelettique laisse apparaître la roche-mère compacte sur un quart de la surface; hêtraie à mousses, où les Bryophytes assurent un couvert d'environ 95% et que, semble-t-il, il est possible de considérer comme une variante de la précédente en conditions très humides; hêtraie à litière où la fermeture totale du milieu et les conditions photiques interdisent le développement des strates inférieures; et enfin hêtraie à perce-neige (*Galanthus nivalis*) dans les secteurs à humidité édaphique persistante.

La chênaie caducifoliée pose certains problèmes de détermination. Elle comprend certainement le chêne pubescent (*Q. humilis*) et le chêne sessile (*Q. petraea*), ainsi que des hybrides de ces 2 espèces. Les chênes sont très souvent accompagnés d'érables et dans certaines parties de la forêt, chênes verts, chênes caducifoliés, érables et hêtres, sont mélangés.

Les conditions climatiques semblent décider de la distribution relative des différentes essences, les forêts de chênes accompagnées d'érables, sont plus pures en exposition W ou S, les hêtraies colonisant plutôt les versants exposés N et E. Les peuplements de houx sont très importants dans certains secteurs et quelques pins noirs d'Autriche (*Pinus nigra*) plantés à la fin du siècle dernier subsistent près du Pic Rodon.

Dans les gorges étroites, sombres et humides où coule la Massane à la sortie de la Réserve, le hêtre peut descendre jusqu'à 450 m d'altitude. A l'inverse, dès que la situation devient favorable pour lui dans la hêtraie, le chêne vert s'installe, accompagné de plantes

méditerranéennes. Cette interpénétration d'éléments méditerranéens et montagnards est une des caractéristiques les plus originales de cette hêtraie méridionale des Albères.

Signalons enfin l'existence de végétation de bord des eaux de la rivière (*ripisylve*) avec des aulnes et des frênes, des fougères dont l'osmonde royale (*Osmunda regalis*).

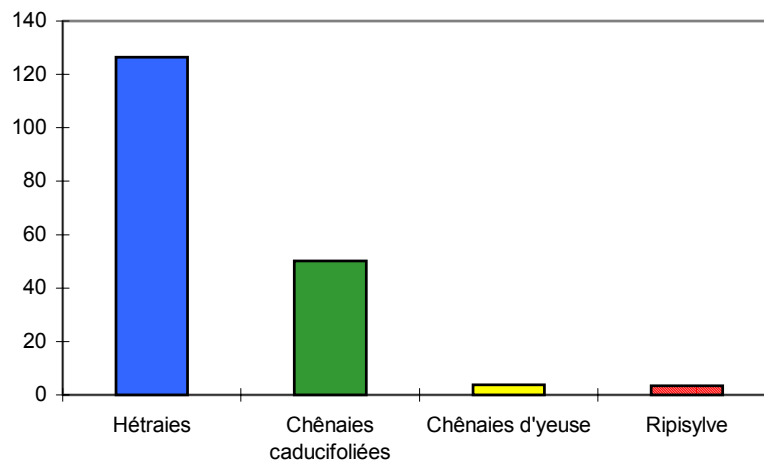


Fig. 2 : Forêt : détail des différents types en hectares

Les landes (Fig 3) assurent la transition entre les forêts et les pelouses dans la partie amont. Les différents types de Landes couvrent une partie importante de la Réserve (32,22%). On peut distinguer principalement :

- les landes à Callune (*Calluna vulgaris*) et à Genévrier (*Juniperus communis*)
- les landes à Fougère (*Pteridium aquilinum*)
- les landes à Sarothamne (*Cytisus scoparius*)
- les landes à Prunellier (*Prunus fruticans*)

On peut ajouter quelques cistaies de faible surface

L'exposition semble être le facteur déterminant de la répartition de ces différentes formations, exception faite pour la lande à Prunellier qui lui est indifférente. La Callune nécessite ainsi un ensoleillement direct. Peu exigeante en eau et résistante au froid, on la trouve sur les parties élevées et exposées des sommets. Les landes à Fougère, très sensibles à l'action mécanique du vent, se développent à l'abri .

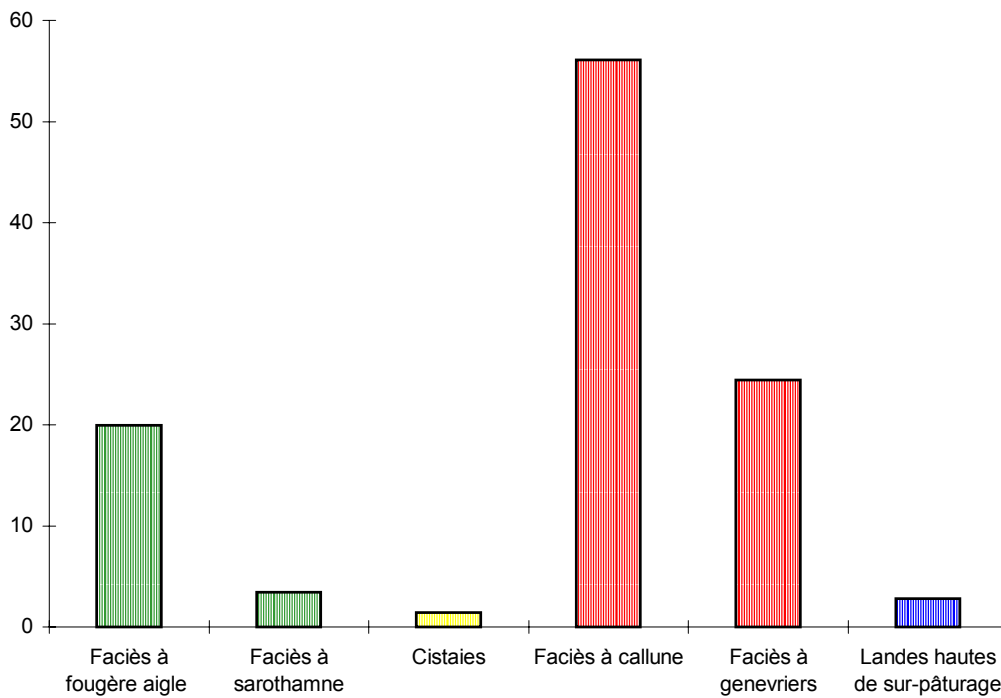


Fig. 3 : Landes, détail des différents types en hectares

Les pelouses (Fig 4) occupent 13,1% de la surface de la Réserve. Elles correspondent à trois types principaux : les pelouses xérophiles sont de faible étendue et sont localisées en exposition S ou E sur des crêtes de la partie aval. Elle sont relativement riche en espèces méditerranéennes (*Trifolium cherleri*). Dans la partie amont, les crêtes sont couvertes d'une pelouse à *Plantago recurvata* et *Festuca ovina*. Enfin, dans les zones très fréquentées par le troupeau, nous avons une pelouse nitrophile à Ray-grass (*Lolium perene*).

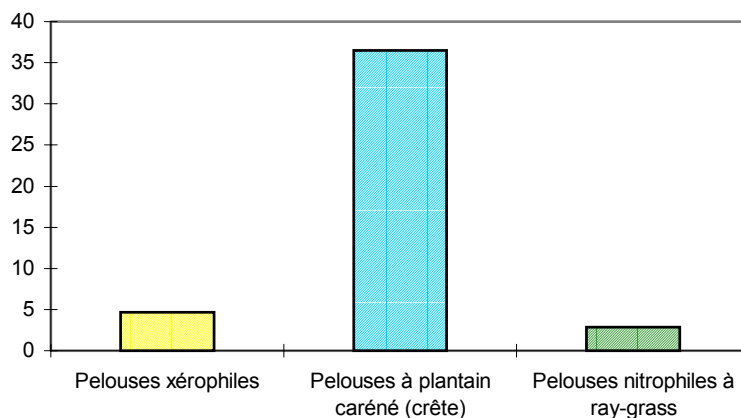


Fig. 4 : Pelouses, détail des différents types en hectares

4- Présence du troupeau

Un élevage extensif existe depuis très longtemps à la Massane. Il a été certainement plus important dans le passé et comportait même une race locale. Actuellement, limité à un peu plus d'une centaine de têtes, sa présence est un facteur important dans la biodiversité de la Réserve.

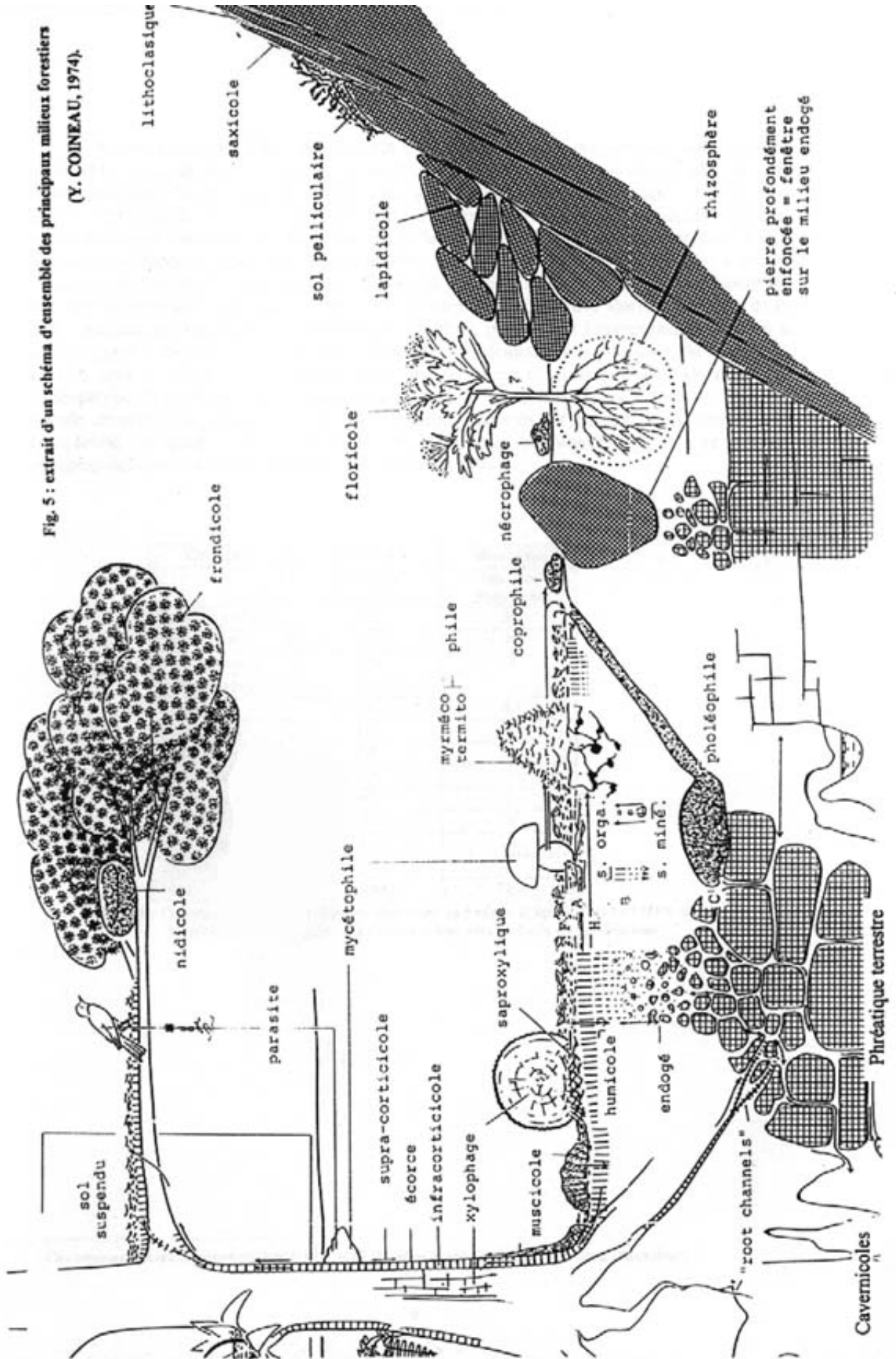
- Il empêche la fermeture des milieux au voisinage des crêtes et maintient une pelouse riche d'une flore et d'une faune intéressantes. Voici quelques exemples des nombreuses espèces qui pourraient être citées : pour les plantes, les endémiques *Dianthus subacaulis* ssp *brachyanthus* et *Pedicularis comosa* ssp *asparagoides*; pour les oiseaux, *Anthus campestris*, *Alauda arvensis*, *Phoenicurus ochruros*, *Emberiza hortulana*, *Monticola saxatilis*;

Le troupeau lui-même est accompagné d'une importante faune d'invertébrés qui lui sont intimement liés : Nématodes, Trématodes, Cestodes, Coléoptères, Diptères, Hyménoptères, Acariens, sont les principaux groupes zoologiques . Suivant les cas ces animaux seront commensaux, prédateurs, phorétiques, parasites, hyper-parasites. La liste de tous les animaux dépendant du troupeau et de ses déjections est très longue. Citons seulement le scarabeide endémique *Geotrupes chersinus*.

5- Diversité des milieux

Un écosystème comme celui de la Massane présente une foule de milieux d'importance variable (Fig 5), qui abritent des faunes d'invertébrés et même de vertébrés particulières. Au sol, nous pouvons citer les litiéricoles, les muscicoles, les humicoles, les myrmécophiles, les coprophiles, les pholéophiles, les endogés. Dans les endroits rocheux, on trouve des microhabitats comme les fentes de rochers (lithoclases), les sols pelliculaires, les lichens et mousses. Les arbres comprennent les microhabitats de la rhizosphère ainsi que ceux qui abritent les faunes corticicoles, infracorticicoles, xylophages, floricoles, frondicoles, gallicoles, nidicoles et au sol et sur les arbres les mycétophiles qui vivent sur les champignons. Chacun de ces milieux abrite des communautés complexes d'arthropodes: phytophages, microphages ainsi que leurs prédateurs et parasites.

Fig. 5 : extrait d'un schéma d'ensemble des principaux milieux forestiers
(Y. COINEAU, 1974).



A titre d'exemple, à la Massane, une 1^{ère} contribution à la connaissance des galles de la Réserve Naturelle par l'un d'entre nous (J.G. 1994), a permis d'inventorier plus de 150 galles différentes formées par des cécidogènes appartenant à des groupes variés (Tab.II). Ces galles constituent des microhabitats extrêmement variés, développées sur des végétaux divers, allant du simple enroulement d'une feuille, à des structures extrêmement complexes. Cette diversité initialement créée par le cécidogène, induit à son tour divers milieux selon la structure, la complexité, la texture et l'âge de la cécidie, dans lesquels se développent de nombreuses espèces formant de véritables microbiocénoses. On trouve alors à l'intérieur de la galle associés au cécidogène : commensaux, inquilins, parasites et hyperparasites dont on a identifié pour l'instant, 34 espèces² (Hyménoptères, Chalcidiens) à la Massane. Se développe ensuite, après le départ du cécidogène toute une faune qui va utiliser la galle (Hémiptères, Coléoptères, Thysanoures, etc...) ainsi que toute leur faune associée. « En raison de cette grande diversité des espèces, les réseaux trophiques centrés sur les galles ont une grande complexité. On peut y trouver jusqu'à 7 ou 8 niveaux trophiques différents ce qui est exceptionnel dans les autres écosystèmes » DAJOZ (1998).

| Groupes | France | Massane |
|-----------------|------------------|------------------|
| | Nombre d'espèces | Nombre d'espèces |
| Cecidomyiidae | 528 | 35 |
| Eriophyidae | 241 | 30 |
| Champignons | 229 | 9 |
| Coléoptères | 164 | 17 |
| Cynipidae | 134 | 40 |
| Aphidoidea | 114 | 9 |
| Diptères divers | 57 | 3 |
| Lépidoptères | 47 | 1 |
| Tenthredinidae | 40 | 3 |
| Psylloidea | 38 | 3 |
| Nématodes | 11 | 1 |
| bactéries | 11 | 2 |
| Total | 1614 | 153 |

Tab.II : Principaux groupes gallicoles cités pour la France d'après P. DAUPHIN & J.C. ANIOTSBEHERE (1997) et comparaison avec la forêt de la Massane.

² Ces espèces ont été déterminées par J. PUJADE (Université de Barcelone) que nous remercions.

6- Degré de naturalité

Le degré de naturalité est évidemment un facteur important de la biodiversité. Dans une forêt de production, souvent monospécifique, la diversité spécifique sera faible par rapport à une forêt inexploitée depuis longtemps comme c'est le cas de la Massane. Le nombre d'essences arborées y est beaucoup plus faible, la plupart du temps inférieur à une dizaine d'espèces. Les cortèges d'animaux liés à chacune de ces essences augmentent d'autant la richesses spécifique. Des travaux récemment effectués en Allemagne dans des formations forestières de différents types (feuillus, résineux, peuplements mixtes) montrent que dans les réserves le nombre total des espèces, des espèces patrimoniales, des densité de population sont significativement plus élevés que dans les forêts gérées (W. BUCKING, 1997, Congrès de Strasbourg). Les milieux constitués par les vieux arbres, les bois morts et les complexes saproxyliques sont liés directement à l'ancienneté et au degré de naturalité de la Réserve Naturelle. On peut donc les considérer comme un des facteurs de la biodiversité.

IV - RICHESSE SPECIFIQUE

Même si la richesse spécifique d'un écosystème n'est qu'un des éléments de la biodiversité, il illustre parfaitement bien cette notion. Les différents facteurs que nous venons de passer en revue sont évidemment responsables de la grande richesse floristique et faunistique de la Réserve Naturelle de la Massane dont le tableau III donne un aperçu de nos connaissances actuelles.

| | | | |
|-------------------------|---------|------------------------|----------|
| PROTOCARYOTES | 9 | INSECTES | 2776 |
| MYXOBACTERIES | 9 * | | |
| | | Collemboles | 80 *** |
| FUNGI | 583 | Thysanoures | 7 ** |
| CHAMPIGNONS | 302 ** | Diploures | 4 ** |
| LICHENS | 281 *** | Protoures | 3 ** |
| | | Ephéméroptères | 20 ** |
| VEGETAUX | 765 | Odonates | 19 ** |
| MUSCINEES | 71 * | Plécoptères | 27 ** |
| CRYPTOGAMES VASCULAIRES | 18 *** | Orthoptères | 39 *** |
| PHANEROGAMES | 676 *** | Phasmidés | 2 *** |
| | | Dermaptères | 3 *** |
| PROTISTES | 58 | Embioptères | 1 *** |
| THECAMOEBIENS | 44 *** | Dictyoptères | 6 ** |
| GREGARINES | 14 ** | Isoptères | 1 *** |
| | | Psocoptères | 5 * |
| ANIMAUX | 3635 | Hétéroptères | 119 *** |
| INVERTEBRES | 3520 | Homoptères | 19 * |
| | | Névroptères | 6 * |
| HYDRAIRES | 1 ** | Mécoptères | 1 * |
| TURBELLARIES | 7 * | Lépidoptères | 340 *** |
| NEMATODES-GORDIENS | 35 * | Trichoptères | 47 ** |
| TREMATODES | 3 * | Diptères | 423 ** |
| CESTODES | 9 * | Siphonaptères | 5 * |
| ANNELIDES | 39 ** | Hyménoptères : fourmis | 60 *** |
| MOLLUSQUES | 8 * | Hyménoptères : autres | 105 * |
| TARDIGRADES | 5 * | Coléoptères | 1434 *** |
| CRUSTACES | 23 * | | |
| ARACHNIDES | 569 | VERTEBRES | 115 |
| Scorpions | 1 *** | | |
| Palpigrades | 1 * | POISSONS | 2 *** |
| Araignées | 241 *** | AMPHIBIENS | 8 ** |
| Opilions | 8 *** | REPTILES | 12 ** |
| Pseudoscorpions | 3 ** | OISEAUX | 60 *** |
| Acariens | 316 ** | MAMMIFERES | 33 *** |
| MYRIAPODES | 45 | | |
| Paupodes | 10 ** | | |
| Symphyles | 5 ** | TOTAL | 5050 |
| Chilopodes | 22 ** | | |
| Diplopodes | 8 * | | |

Tableau III : Inventaire floristique et faunistique de la Réserve naturelle de la Massane au 1^{er} janvier 1999. Les chiffres indiquent le nombre d'espèces recensées.

• *mal connus, **assez bien connus, ***bien connus

Il n'est pas question de passer en revue l'ensemble des groupes végétaux et animaux qui sont répertoriés dans ce tableau mais de donner seulement quelques exemples de la richesse spécifique de certains d'entre eux. Sont choisis des groupes quelquefois négligés. La richesse patrimoniale d'un site est souvent caractérisée par la flore phanérogame, les vertébrés, et pour les invertébrés principalement par les libellules et les papillons.

Lichens

Les lichens sont rarement cités, pourtant, d'après G. CLAUZADE et Y. RONDON (1960), toute cette région est remarquable au point de vue lichénologique par sa richesse et par ses caractères particuliers en rapport avec sa situation géographique et avec des conditions microclimatiques assez exceptionnelles (Fig 6). Outre des espèces d'affinités atlantiques... on y rencontre des espèces méridionales.... Une espèce ibérique : *Rhizocarpon oportense*. Des espèces qui ne semblent exister, tout au moins en abondance, que dans les Pyrénées-Orientales : *Rhizocarpon epispilum*, *Lecanora psarophana*, *Caloplaca suberythrella*, *Rinodina sciodes*, *Pertusaria monogona*,... ». La Massane est le locus typicus pour cette dernière espèce. Ils attirent également l'attention à propos des crêtes sur lesquelles on rencontre les peuplements originaux ornithocoprophiles à *Ramalina*. (en particulier *Ramalina polymorpha* var. *ligulata*.)

Toujours d'après ces auteurs, la végétation lichénique présente un caractère nitrophile dû à la présence du troupeau, comme en atteste la figure 6, qui présente la répartition des différents Lichens en fonction de leur habitat à la Massane.

Outre leur valeur patrimoniale propre, les Lichens jouent un rôle écologique important vis à vis de la microfaune, comme l'a explicité J. TRAVÉ (1963).

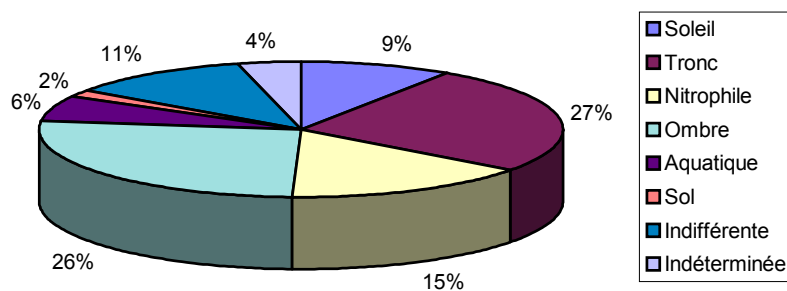


Fig 6 : Répartition des différents Lichens en fonction de leur habitat : Les pourcentages établis ne sont pas le reflet du nombre d'espèces, certains Lichens pouvant se trouver dans plusieurs « catégories » d'habitats (par exemple : être des espèces se trouvant sur des rochers à l'ombre et se trouvant également sur les troncs). La catégorie « indifférente » regroupe les espèces se trouvant dans plusieurs catégories « antagonistes » simultanément (par ex. : au soleil, à l'ombre et sur un substrat nitrophile). Par « aquatique » on a englobé les espèces se trouvant dans le lit de la rivière ainsi que celles présentes dans les suintements.

Diptères

Un autre groupe intéressant que l'on peut donner comme exemple de richesse spécifique, concerne certaines familles de Diptères.

D. LACHAISE (1982) dans son étude sur les Drosophiles déclare : « ...Il est intéressant aussi de mettre en avant la découverte à la Massane de 3 espèces (incluant 2 sous-genres) du rare genre *Amiota*. »

La figure 7 présente l'habitat des Diptères pour lesquels nous possédons l'information. Ces pourcentages ne sont donc pas le reflet exact de la population des Diptères de la Massane(423 espèces). L'analyse ne porte que sur 222 espèces dont la grande majorité sont des Chironomides, des Syrphides, ou des Cécidogènes. Il donne cependant un aperçu de la richesse de la forêt de la Massane et rappelle que la présence de l'homme est elle même facteur de diversité ! (importance des captures sur les excréments humains).

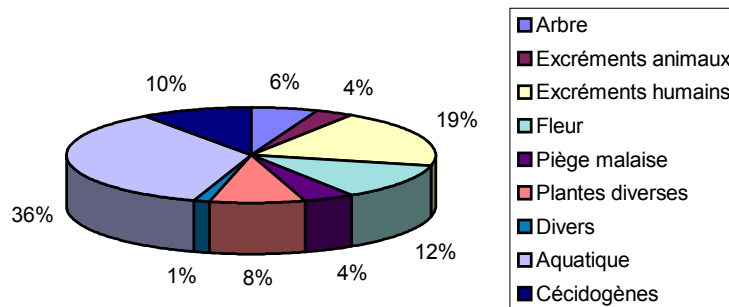


Fig 7 : Pourcentage des espèces de Diptères en fonction des habitats

Coléoptères

Les Coléoptères seuls, représentent 28,4 % de l'inventaire. Parmi eux, 4 espèces sont inscrites dans les annexes II ou IV de la directive européenne (*Cerambyx cerdo*, *Rosalia alpina*, *Lucanus cervus* et *Osmoderma eremita*) sur les 6 qui sont retenues sur l'ensemble de l'Europe !

19 taxons ont été décrits de la Massane, 11 espèces sont endémiques de l'Albère, 28 des Pyrénées-Orientales et 20 du massif Pyrénéen. DAJOZ (1965) considère certaines de ces espèces comme des reliques rares en France et en Europe.

2 guildes de Coléoptères méritent un développement particulier, celle des arbres morts et des complexes saproxyliques que nous développerons dans le chapitre sur la naturalité et celle des trois familles des coprophages (bousiers) : Aphodiidae, Scarabaeidae, Geotrupidae (I.MEIERHOFER, 1995). Cette étude ne porte que sur un tiers environ de la surface de la réserve, dans sa partie la plus basse. Malgré cela, 40 espèces de bousiers ont été récoltées. Avant ce travail, la communauté de coprophages la plus diversifiée connue en Europe se trouvait en Allemagne. (WASSMER, 1994) « *The species community in the Kaiserstuhl area is even more diverse than in all described mediterranean pastures. In a recent review, Lumaret et Kirk (1991) presented data on 9 pastures in the Languedoc (SW-France). The highest species number was 27 species of Geotrupidae and Scarabaeidae (Aphodiidae inclus) ; the corresponding relation for the pasture near Schelingen is 38 species* ».

MEIERHOFER conclue « avec les 40 espèces répertoriées, la diversité faunistique de la Réserve Naturelle de la Massane, semble unique en Europe. »

Encore faut-il ajouter que dans le catalogue de DAJOZ (1965), sont cités 15 espèces supplémentaires de bousiers pour le site de la Massane. Depuis l'étude de MEIERHOFER, on a d'ailleurs retrouvé *Geotrupes (Trypocopris) pyrenaicus* déjà cité par DAJOZ.

Du point de vue comportemental, ces bousiers sont divisés en 3 grands groupes qui utilisent différemment les ressources trophiques de la bouse. Ceci montre bien l'importance jouée par l'élevage extensif de bovins dans la biodiversité globale de l'écosystème.

V - NATURALITÉ

Dans la forêt de la Massane, inexploitée depuis plus d'un siècle, les arbres sains et jeunes côtoient des arbres âgés morts sur pied ou à terre. Les hêtres et les chênes ne forment que rarement des boisements purs. D'autres essences se mêlent naturellement à eux à l'exception de quelques pins plantés à la fin du siècle dernier et qui subsistent dans un secteur de la forêt. Dans les trouées dues à la chute des très vieux arbres, la régénération se fait lentement mais sûrement : installation de massif de genêts ou d'éricacées, de ronces et de houx, d'où émergent ensuite de jeunes hêtres, érables ou chênes. Certaines plantes sont considérées comme caractéristiques des vieilles forêts naturelles (PETERKEN, 1996). La Massane en abrite 2 espèces : *Mercurialis perennis* et *Sorbus torminalis*. Les diamètres maximums observés pour les principales espèces arborées montrent bien la présence de vieux arbres (Tab.IV).

| | | |
|------------------------------|-------------------------------------|------|
| Alisier torminal | <i>Sorbus torminalis</i> | 7,5 |
| Prunellier | <i>Prunus spinosa</i> | 9 |
| Lierre grimpant | <i>Hedera helix</i> | 15,5 |
| Fusain d'Europe | <i>Euonymus europaeus</i> | 16 |
| Noyer | <i>Juglans regia</i> | 18 |
| Noisetier | <i>Corylus avellana</i> | 18,5 |
| Philirea intermédiaire | <i>Phillyrea media</i> | 20 |
| Genévrier commun | <i>Juniperus communis</i> | 22 |
| Genévrier oxycèdre | <i>Juniperus oxycedrus</i> | 23 |
| Orme champêtre | <i>Ulmus minor</i> | 25 |
| Tilleul à larges feuilles | <i>Tilia platyphyllos</i> | 28 |
| Sureau noir | <i>Sambucus nigra</i> | 32 |
| Aubépine | <i>Crataegus monogyna</i> | 36,5 |
| Saule cendré | <i>Salix cinerea oleifolia</i> | 39 |
| Houx | <i>Ilex aquifolium</i> | 52 |
| Sorbier alisier | <i>Sorbus aria</i> | 56 |
| Pin noir | <i>Pinus nigra subsp. nigra</i> | 63 |
| Poirier faux-amandier | <i>Pyrus amygdaliformis</i> | 70 |
| Chêne vert | <i>Quercus ilex</i> | 74 |
| Aulne glutineux | <i>Alnus glutinosa</i> | 76,5 |
| Tremble | <i>Populus tremula</i> | 82,5 |
| Châtaignier | <i>Castanea sativa</i> | 87 |
| Merisier | <i>Prunus avium</i> | 87 |
| Erable de Montpellier | <i>Acer monspessulanum</i> | 104 |
| Erable à feuilles d'obier | <i>Acer opalus</i> | 104 |
| Erable champêtre | <i>Acer campestre</i> | 120 |
| Frêne commun | <i>Fraxinus excelsior</i> | 120 |
| Chêne sessile/ Ch. pubescent | <i>Quercus petraea / Q. humilis</i> | 144 |
| Hêtre | <i>Fagus sylvatica</i> | 171 |
| If | <i>Taxus baccata</i> | 190 |

Tableau IV : Principales espèces arborées et diamètres maximums observés.

En ce qui concerne les hêtres, une étude dendrométrique a permis de dater des arbres, jusqu'à 152 ans pour un diamètre de 60,8 cm et 187 ans pour un diamètre de 53,3 cm (S. PARMENTIER, 1991). Ces hêtres sont loin d'être les plus gros et les plus vieux de la Massane (Tab.IV).

Au cours de leur vie les arbres subissent les contraintes du milieu, des phytophages et des parasites (champignons et insectes). Le vieillissement s'accompagne des premières atteintes : écorces décollées, branches mortes, caries d'insectes, micro-cavités de pics, installation de champignons lignicoles. A la suite de ce long processus, l'arbre meurt sur pied, tombe, et finit par se transformer en complexes saproxyliques puis à se confondre avec l'humus forestier (Fig. 8).

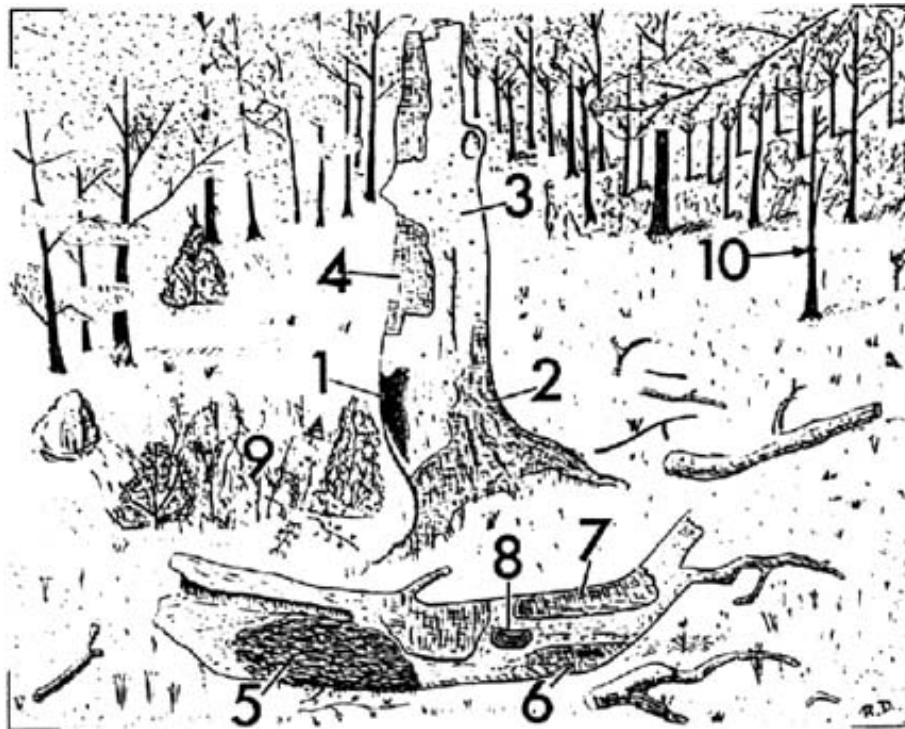


Fig. 8 — Dessin d'après une photographie d'un biotope caractéristique dans une vieille hêtraie : la forêt de la Massane dans les Pyrénées-Orientales. Vieux hêtre mort dans une clairière ; à l'arrière-plan, régénération spontanée de jeunes arbres.

1 : cavité remplie de bois très décomposé et de terreau, renfermant *Osmoderma eremita* (Cetonidae), *Ludius ferrugineus* (Elateridae) et de nombreuses larves d'Alleculidae. — 2 : Sous l'écorce encore adhérente, larves de *Chrysobothris affinis* ; imagos de *Bitoma crenata*, *Endophloeus marcovichianus* (Colydiidae) et de *Tachyta nana* (Carabidae). — 3 : Nombreux trous de sortie de divers Cerambycidae. Dans le bois se développent *Rosalia alpina*, *Morimus asper*, *Prionus coriarius* (Cerambycidae) et *Helops coeruleus* (Tenebrionidae). — 4 : sous l'écorce largement déhiscente, imagos de *Helops coeruleus* et *Tenebrioides fuscus* trouvant là un refuge diurne. — 5 : bois très décomposé largement modifié par les attaques fongiques ; larves de *Dorcus parallelipipedus*, *Ampedus sp.*, *Melasia culinaria*, *Rhagium sp.* — 6 : sous les écorces ombragées larves de *Pyrochroa* (Pyrochroidae) et *Athous sp.* (Elateridae). — 7 : sous les écorces ensoleillées larves d'Elateridae (*Athous sp.*, *Melanotus sp.*). — 8 : Amadouvier (*Fomes fomentarius*) hébergeant des Coléoptères mycétophages comme le Tenebrionidae *Boletophagus reticulatus*. — 9 : fourré de fougères, ronces et jeunes hêtres. — 10 : jeune hêtre mort sur pied, au bois sec ; attaque du bois par les Anobiidae ; Ostomatidae prédateurs.

d'après DAJOZ in Ecologie forestière, 1974

Les arbres sont couverts d'épiphytes et principalement de mousses, d'hépatiques et de champignons. Ceux-ci sont surtout bien représentés sur les arbres morts et les arbres en cours de décomposition. Sur les 238 espèces de champignons répertoriés à la Massane en 1997, 34% poussent directement sur le bois. Dans ce pourcentage ne sont pas pris en compte les champignons mycorhiziques (Fig 9).

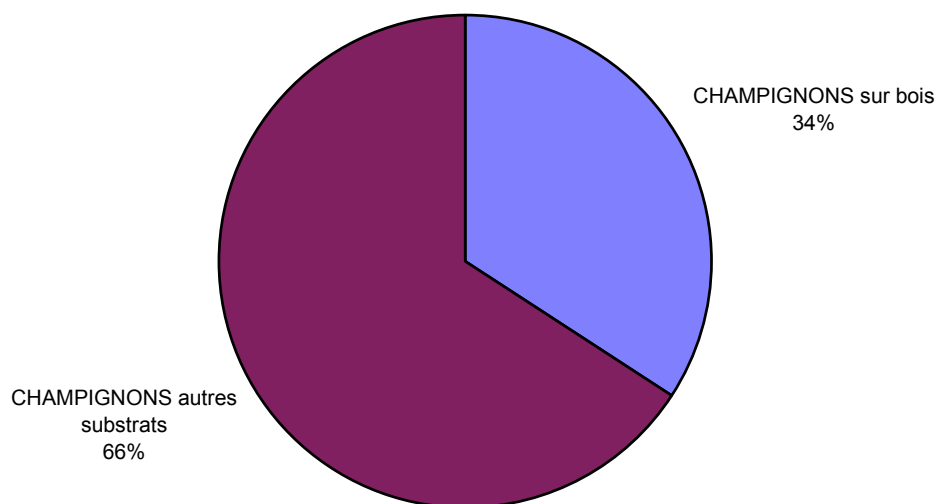


Fig. 9 : Pourcentage des champignons lignicoles dans la forêt de la Massane

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 faune 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.

De nombreux travaux portent sur les processus de décomposition, les modifications physico-chimiques qui l'accompagnent ainsi que les successions faunistiques, principalement d'insectes, qu'on peut observer. On trouvera une bibliographie importante et des descriptions précises des stades de décomposition dans SPEIGHT (1989) et DAJOZ (1998). LUCE (1995) a montré la nécessité pour les Coléoptères et en particulier pour les Cétoines cavernicoles de la présence de vieux arbres. *Osmoderma eremita* (espèce présente à la Massane) ne se développe que dans des cavités de grande taille ayant mis des dizaines d'années à se former et creusées dans des arbres âgés de 200 ans au minimum.

Des arbres vigoureux et sains tombent aussi, victimes des intempéries. Cette chute est suivie de la mort de l'arbre et les processus de décomposition suivent leur cours avec seulement quelques différences par rapport à ce que l'on constate chez les arbres morts sur pied. Les faces supérieures, latérales et inférieures du tronc abattu, soumises à des conditions d'humidité bien différentes sont autant de micro-habitats à dynamiques successionales propres.

1 - Vertébrés

Ces milieux sont d'un grand intérêt pour les Oiseaux et les Mammifères. Sur la figure 10 on constate que 26 % des Mammifères occupent des cavités.

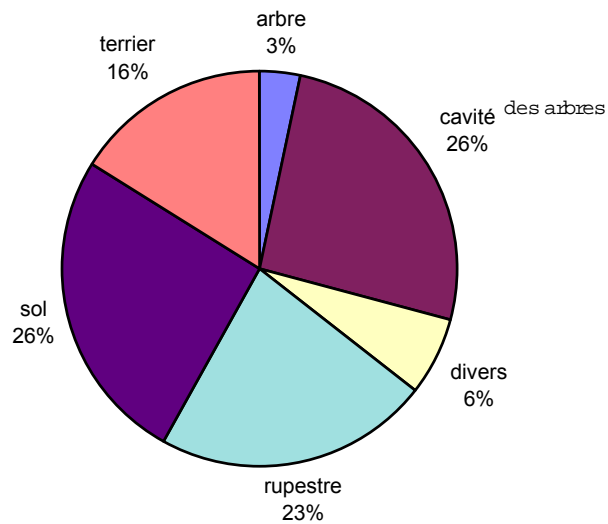


Fig 10 : Gîtes principaux des différentes espèces de mammifères de la Massane

Les principales espèces utilisant ces cavités sont signalées sur le tableau V. Les protections nationales ou européennes qui concernent ces espèces sont également indiquées. Cela montre bien l'intérêt de ces milieux pour une gestion de la protection de la faune sauvage de mammifères.

| | | Habitats | Protection Nationale | Convention Berne | Directive Habitats et Espèces |
|--------------------|---------------------------|------------------|----------------------|------------------|-------------------------------|
| Ecureuil | Sciurus vulgaris | arbre | 17/4/1981 Art.1 | 90-756 (III) | |
| Lérot | Eliomys quercinus (L.) | cavité | | | |
| Loir | Glis glis (L.) | cavité | | | |
| Fouine | Martes foina | cavité | 17/4/1981 Art.3 | 90-756 (III) | |
| Belette | Mustella nivalis | cavité | 17/4/1981 Art.2 | 90-756 (III) | |
| Noctule de Leisler | Nyctalus leisleri (Kuhl.) | cavité | 17/4/1981 Art.1 | 90-756 (II) | 92/43 CEE (IV) |
| Oreillard commun | Plecotus auritus (L.) | cavité | 17/4/1981 Art.1 | 90-756 (II) | 92/43 CEE (IV) |
| Petit Rinolophe | Rhinolophus hipposideros | cavité | 17/4/1981 Art.1 | 90-756 (II) | 92/43 CEE (II) et (IV) |
| Genette | Genetta genetta | cavité, rupestre | 17/4/1981 Art.1 | 90-756 (III) | 92/43 CEE (V) |

Tab.V : Mammifères utilisant les cavités des arbres à la Massane.

Pour les oiseaux, les nids dans les arbres ou les arbustes représentent 43% des espèces nicheuses et beaucoup de ces nids sont installés dans de vieux arbres. 17% des Oiseaux nichent dans les cavités (Fig.11).

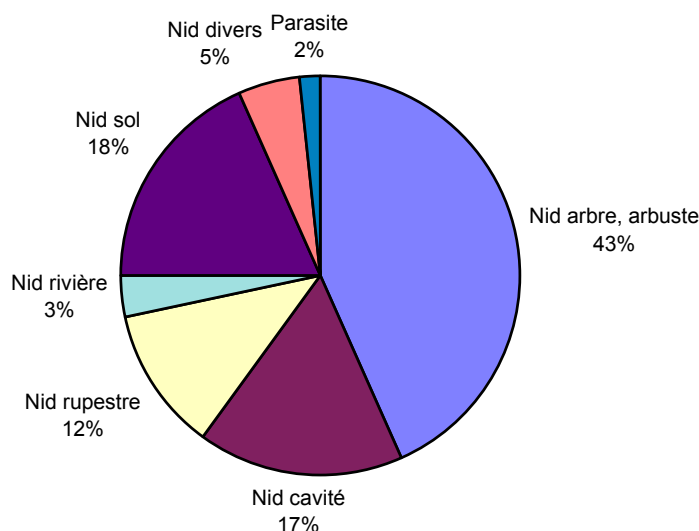


Fig. 11 : Pourcentages des principaux choix de nidification pour les oiseaux à la Massane.

Le Tableau VI donne la liste des espèces nichant principalement dans les cavités des arbres. DEJAIFVE (1992) signale les extraordinaires densités de la Sittelle, *Sitta europea*, qu'il attribue à l'abandon de la sylviculture.

| | |
|------------------------|-----------------------|
| Huppe fasciée | Upupa epops |
| Pic vert | Picus viridis sharpei |
| Pic épeiche | Dendrocopos major |
| Mésange nonette | Parus palustris |
| Mésange huppée | Parus cristatus |
| Mésange noire | Parus ater |
| Mésange bleue | Parus caeruleus |
| Mésange charbonnière | Parus major |
| Sittelle torchepot | Sitta europaea |
| Chouette hulotte | Strix aluco |
| Grimpereau des jardins | Certhia brachydactyla |

Tab. VI : Oiseaux nichant dans les cavités des arbres à la Massane.

Même si les batraciens et les reptiles n'ont pas de gîtes spécifiquement arboricoles, beaucoup d'espèces utilisent les troncs d'arbres pourrissant où l'humidité est bien conservée au contact du sol pour s'abriter. A la Massane c'est en particulier le cas du Crapaud commun (*Bufo bufo*) et de la Salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*).

2 - Invertébrés

Les communautés d'invertébrés sont importantes dans les bois morts et les complexes saproxyliques. Elles sont différentes suivant l'état d'avancement de la décomposition.

La diversité des micro-habitats (Fig. 7) entraîne une très forte richesse spécifique.

Tous les groupes d'invertébrés jouent un rôle important mais nos connaissances dans la Réserve de la Massane ne portent que sur les Insectes Coléoptères et les microarthropodes et plus précisément les Acariens, Uropodes et Oribates. Il serait intéressant de mieux connaître d'autres groupes importants comme les nématodes, les oligochètes, les gastéropodes, les myriapodes, etc...

2.1 - Les Coléoptères

Dans sa thèse effectuées dans la réserve avant sa création, DAJOZ (1966) cite 465 espèces de Coléoptères vivant dans le bois mort, soit 37% de l'ensemble des coléoptères (1256). Ces espèces comprennent les saproxylophages, mais aussi les mycétophages (mangeurs de champignons) et leurs prédateurs (Tableau VII).

| Groupe écologique | Cosmop. | Méditerr. | Eur. centrale | Eur.occid. | Pyrénée | Pyr -Or | Albères |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Terricoles et aquatiques 503 espèces (40%) | 348 sp 68% | 63 sp 12% | 25 sp 5% | 23 sp 4% | 13 sp 2,6% | 19 sp 3,8% | 12 sp 2,4% |
| Xylophages, saproxylophages, mycétophages et leurs prédateurs 465 espèces (37%) | 368 sp 80% | 63 sp 12% | 14 sp 3% | 9 sp 1,9% | 4 sp 0,8% | 1 sp 0,2% | 6 sp 1,2% |
| Phytophages liés aux végétaux herbacés 288 espèces (23%) | 193 sp 61% | 69 sp 23% | 4 sp 1% | 11 sp 4% | 3 sp 1% | 8 sp 2,8% | 0 sp 0% |
| Total 1256 espèces | 909 sp 72% | 195 sp 15% | 43 sp 3,4% | 43 sp 3,4% | 20 sp 1,5% | 28 sp 2,1% | 18 sp 1,3% |

Tab.VII : Répartition géographique des diverses catégories écologiques de Coléoptères de la forêt de la Massane. Pour chaque région biogéographique, le nombre d'espèces et le pourcentage correspondant par rapport au total de la catégorie écologique sont indiqués. D'après R. DAJOZ, 1965.

Le travail de DAJOZ porte sur l'écologie et la biologie de ces Coléoptères. Dans le tableau VIII est donnée une liste réduite de quelques espèces intéressantes.

| | |
|--|----------------|
| <i>Cerambyx cerdo</i> | Cerambycidae |
| <i>Rosalia alpina</i> | Cerambycidae |
| <i>Lucanus cervus</i> | Lucanidae |
| <i>Osmoderma eremita</i> | Cetoniidae |
| <i>Cephenium albericum</i> | Scydmaenidae |
| <i>Scydmorephes dobyi</i> | Scydmaenidae |
| <i>Cephenium coiffaiti</i> | Scydmaenidae |
| <i>Ptilium schuleri massanae</i> | Ptiliidae |
| <i>Mycetophagus fulvicollis massanae</i> | Mycetophagidae |
| <i>Bolitochara dajozii</i> | Aleocharidae |
| <i>Corticaria sylvicola</i> | Lathridiidae |
| <i>Xantholinus elianae</i> | Staphylinidae |
| <i>Bibloporus mayeti</i> | Pselaphidae |
| <i>Aeselus scarabaeoides</i> | Lucanidae |
| <i>Gnorimus variabilis</i> | Cetoniidae |
| <i>Gnorimus nobilis</i> | Cetoniidae |
| <i>Potosia fieberi</i> | Cetoniidae |
| <i>Anthaxia midas oberthuri</i> | Buprestidae |
| <i>Eurythyrea quercus</i> | Buprestidae |
| <i>Ampedus quadrisignatus</i> | Elateridae |
| <i>Ludius ferrugineus var. occitanus</i> | Elateridae |
| <i>Scolytes koenigi</i> | Scolytidae |

Tab. VIII : Liste de quelques espèces intéressantes de coléoptères saproxyliques de la forêt de la Massane. D'après DAJOZ (1965).

La richesse de la Massane en Coléoptères saproxyliques apparaît nettement si l'on compare quelques familles importantes dans ces milieux. Les espèces de Cerambycidae et de Buprestidae sont plus nombreuses à la Massane qu'en Grande-Bretagne (Tab.IX).

| | Cerambycidae | Buprestidae | Lucanidae | Elateridae : Ampedus |
|-----------------|--------------|-------------|-----------|----------------------|
| Monde | 20000+ | 12000+ | 930 | |
| Europe centrale | 250 | 100 | 6 | 27 |
| Grande Bretagne | 62 | 12 | 4 | 14 |
| Massane | 69 | 36 | 4 | 9 |

Tab. IX : Importance de la Massane pour quelques familles de Coléoptères saproxyliques (sources : Mc Lean & MCD Speight in N° 7 « Dead wood matters » English Nature, 1993 ; Plan de gestion de la Réserve Naturelle de la Massane, Travaux de la Réserve Naturelle, N°46, J. Travé & J. Garrigue, 1996).

Les Coléoptères ne sont pas les seuls insectes importants dans ces milieux. NICOLAI (1997) ne cite pas moins de 24 familles de Diptères présentes dans le bois mort de hêtre d'une forêt d'Allemagne (Tableau X).

| Familles | hêtre | épicéa |
|-----------------|-------|--------|
| Ceratopogonidae | 1 | |
| Anisopodidae | 1 | |
| Chaoboridae | 1 | |
| Chironomidae | 1 | 1 |
| Cecidomyiidae | 1 | 1 |
| Sciaridae | 1 | 1 |
| Mycetophilidae | 1 | |
| Culicidae | 1 | |
| Psychodidae | 1 | 1 |
| Bibionidae | | 1 |
| Dolichopodidae | 1 | 1 |
| Empididae | 1 | 1 |
| Phoridae | 1 | 1 |
| Milichiidae | 1 | 1 |
| Lonchaeidae | 1 | 1 |
| Chloropidae | 1 | |
| Heleomyzidae | 1 | 1 |
| Aulacigastridae | 1 | |
| Chamaemyiidae | 1 | |
| Pallopteridae | 1 | |
| Sphaeroceridae | 1 | |
| Periscelidae | 1 | 1 |
| Oдиниidae | 1 | |
| Platypezidae | 1 | |
| Muscidae | 1 | 1 |
| Total : 25 | 24 | 13 |

Tab. X : Les Familles de Diptères récoltées sur des troncs de hêtre et d'épicéa morts (1991-1995). D'après NICOLAI (1997).

2.2 - Les microarthropodes

Une étude a été menée sur les microarthropodes des arbres tombés vivants dans la forêt de la Massane. Un gros hêtre (1,20 m de diamètre, Fig.12) a été suivi de 1971, date de sa chute, à 1984 date de sa disparition à la suite d'une crue. Pendant ces 14 ans des prélèvements d'écorce et d'aubier sous-jacents ont été réalisés une à deux fois par mois. Ces prélèvements (185X2) consistaient en tranches de 10X10 cm, d'une épaisseur de 2 cm pour l'aubier et de 1 à 2 cm selon son épaisseur pour l'écorce.

Sur le plan quantitatif on remarque la prédominance des Acariens³ mais avec des variations annuelles très importantes (Tableaux XI, XII et Fig.13).

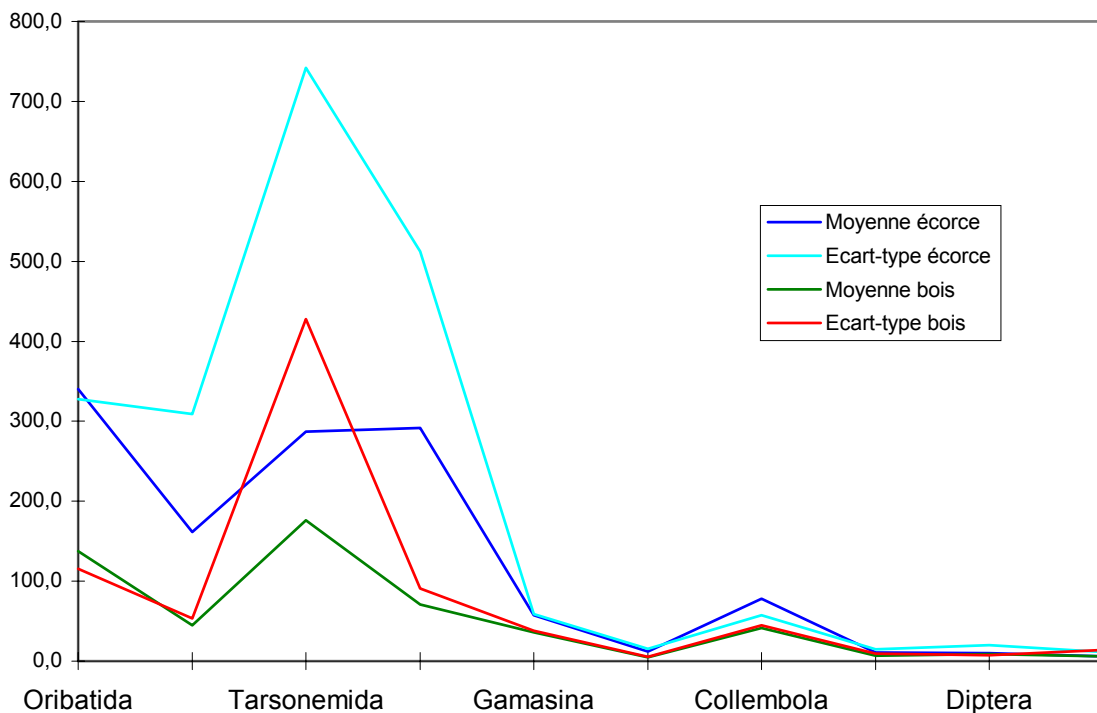
| Année | Oribatida | Acaridida | Tarsonemida | Actinedida | Gamasina | Uropodina | Collembola | Coleoptera | Diptera | Divers | Totaux |
|---------|-----------|-----------|-------------|------------|----------|-----------|------------|------------|---------|--------|---------------|
| h1-1971 | 222,8 | 4,1 | 177,4 | 103,1 | 24,3 | 0,9 | 161,6 | 8,3 | 2,1 | 9,7 | 714,3 |
| h2-1971 | 195 | 14,3 | 87,9 | 80,7 | 17,6 | 4,2 | 114,8 | 3,8 | 3,2 | 13,9 | 535,4 |
| h1-1972 | 134,9 | 13,9 | 98,9 | 152,5 | 22,8 | 16,5 | 164,2 | 8,2 | 3,4 | 2,8 | 618,1 |
| h2-1972 | 148,6 | 26 | 88,4 | 92 | 23,3 | 3,9 | 148,3 | 2,1 | 3,1 | 2,3 | 538 |
| h1-1973 | 247,6 | 230,3 | 245 | 244,8 | 146,9 | 39,9 | 62,5 | 36,9 | 8 | 0,7 | 1262,6 |
| h2-1973 | 89,9 | 36,5 | 269,7 | 75,4 | 102,3 | 11,3 | 48,2 | 12,3 | 7,3 | 0,9 | 653,8 |
| h1-1974 | 196,2 | 330,9 | 2,6 | 46 | 123,3 | 48,4 | 45,2 | 31,4 | 10,7 | 1,4 | 836,1 |
| h2-1974 | 58,3 | 65,3 | 1,5 | 9 | 110,7 | 15,3 | 23,7 | 26,5 | 7,7 | 1,1 | 319,1 |
| h1-1975 | 596,7 | 32,8 | 23 | 347,9 | 193,3 | 17,2 | 89,9 | 42,7 | 7,1 | 1 | 1351,6 |
| h2-1975 | 159,6 | 12,1 | 43,9 | 183,8 | 89,1 | 10,3 | 42,4 | 27,4 | 8,8 | 1,4 | 578,8 |
| h1-1976 | 496,1 | 2,7 | 7,8 | 369,7 | 39,2 | 18,3 | 111,8 | 5,8 | 2,3 | 2,7 | 1056,4 |
| h2-1976 | 356,4 | 8,6 | 87,3 | 96,2 | 65,2 | 13,8 | 65 | 11,7 | 16,5 | 2,1 | 722,8 |
| h1-1977 | 221,5 | 3,9 | 2844,1 | 91,9 | 6,4 | 15,3 | 134,6 | 1,3 | 4,9 | 1 | 3324,9 |
| h2-1977 | 60,4 | 30,7 | 1639,7 | 5 | 15,4 | 3,8 | 28,1 | 1,5 | 4,4 | 1,1 | 1790,1 |
| h1-1978 | 269 | 131,7 | 239,9 | 74,4 | 39,3 | 8,1 | 149,1 | 0,5 | 3,7 | 3,6 | 919,3 |
| h2-1978 | 116,5 | 62,1 | 77,8 | 35,8 | 14,1 | 2,3 | 16,5 | 0,6 | 6,3 | 5,1 | 337,1 |
| h1-1979 | 327,5 | 37,8 | 22,2 | 194,8 | 12,7 | 0,1 | 60,5 | 0,6 | 1,3 | 2,6 | 660,1 |
| h2-1979 | 169,8 | 7,2 | 2,7 | 41,6 | 7,7 | 0 | 14,3 | 1,1 | 3,2 | 0,7 | 248,3 |
| h1-1980 | 128,8 | 38,4 | 28,6 | 91,4 | 32,2 | 0,1 | 31,1 | 1,4 | 3,4 | 0,8 | 356,2 |
| h2-1980 | 63,1 | 24 | 1,1 | 11,4 | 18,3 | 0,1 | 4,4 | 0,4 | 5,2 | 0,4 | 128,4 |
| h1-1981 | 163,1 | 30,6 | 3,1 | 50,5 | 23,1 | 0,4 | 4,4 | 0,4 | 2,8 | 1,4 | 279,8 |
| h2-1981 | 44,1 | 14,8 | 3,2 | 6,6 | 8,7 | 0,2 | 1,7 | 0,1 | 16,1 | 0,9 | 96,4 |
| h1-1982 | 216,3 | 219,1 | 89,4 | 185,6 | 17,6 | 0,4 | 5,6 | 0,4 | 1,9 | 2,6 | 738,9 |
| h2-1982 | 29,9 | 108,9 | 7,1 | 10,4 | 4,6 | 0,6 | 2,7 | 0,3 | 0,5 | 2,1 | 167,1 |
| h1-1983 | 1378,6 | 1172,7 | 225,8 | 2034,9 | 100,4 | 1,5 | 57,7 | 11,5 | 78,2 | 43,2 | 5104,5 |
| h2-1983 | 401 | 200,1 | 144,6 | 330,9 | 23,3 | 0 | 66,8 | 2,3 | 28,2 | 53,4 | 1250,6 |
| h1-1984 | 167,5 | 15 | 9,8 | 92,5 | 18,9 | 0,4 | 15 | 0,6 | 11,8 | 6 | 337,5 |
| h2-1984 | 33,7 | 11,7 | 6,6 | 14,6 | 4,7 | 0,2 | 5,6 | 0,5 | 7,2 | 1,7 | 86,5 |
| Moy. | 239,0 | 103,1 | 231,4 | 181,2 | 46,6 | 8,3 | 59,8 | 8,6 | 9,3 | 6,0 | 893,3 |

Tab. XI : Successions des principaux groupes de microarthropodes de 1971 à 1984 sur un hêtre tombé au sol. Moyennes annuelles d'individus par 100 g de poids sec sur écorce (h1) et sur bois (h2).

L'ensemble des Acariens représente 90,6% de l'ensemble des microarthropodes. Dans le sol, cette proportion n'est pas aussi forte dans la forêt de la Massane. Rappelons cependant que la technique d'extraction (Berlese-Tullgren) des microarthropodes ne permet pas la récolte des plus gros insectes ou autres macropodes (Arachnides, Myriapodes) ainsi que de faune hydrobionte non arthropodienne (Mollusques, Vers, Tardigrades, Rotifères). D'autres techniques doivent être mises en œuvre pour avoir une connaissance exhaustive de la faune liée aux complexes saproxyliques (COINEAU, 1974).

³ Notre spécialisation acarologique (J.T. et F.D.) nous a permis de pousser le tri jusqu'aux Ordres d'Acariens. La terminologie utilisée est celle de l'école française d'Acarologie. Les synonymies avec une terminologie principalement anglosaxones sont les suivantes : Oribatida (les Oribates) = Cryptostigmata ; les Acaridida = Astigmata (Astigmatés) ; les Tarsonemida (Tarsonèmes) font partie des Prostigmata qui sont ici limités aux Actinedida. Gamasina et Uropodida sont 2 sous-ordres des Gamasida = Mesostigmata.

| | Oribatida | Acaridida | Tarso- nemida | Actine- dida | Gamasina | Uropo- dina | Collem- bola | Coleo- ptera | Diptera | Divers | Totaux |
|---------------|-----------|-----------|------------------|-----------------|----------|----------------|-----------------|-----------------|---------|--------|--------|
| Ecorce | | | | | | | | | | | |
| Moyenne | 340,5 | 161,7 | 287,0 | 291,4 | 57,2 | 12,0 | 78,1 | 10,7 | 10,1 | 5,7 | 1254,3 |
| Ecart-type | 327,5 | 309,1 | 741,9 | 512,3 | 58,9 | 15,5 | 57,4 | 14,9 | 19,9 | 11,1 | |
| Bois | | | | | | | | | | | |
| Moyenne | 137,6 | 44,5 | 175,8 | 71,0 | 36,1 | 4,7 | 41,6 | 6,5 | 8,4 | 6,2 | 532,3 |
| Ecart-type | 115,6 | 53,1 | 427,9 | 90,4 | 38,3 | 5,5 | 44,4 | 9,5 | 7,3 | 14,0 | |
| Totaux | | | | | | | | | | | |
| Moyenne | 239,0 | 103,1 | 231,4 | 181,2 | 46,6 | 8,3 | 59,8 | 8,6 | 9,3 | 6,0 | 893,3 |
| Ecart-type | 262,2 | 225,7 | 597,0 | 378,0 | 49,9 | 12,0 | 53,7 | 12,4 | 14,7 | 12,4 | |



Tab. XII et Fig. 13 : Nombres d'individus par 100 g de poids sec pour les principaux groupes de microarthropodes. Moyennes et écart-types sur 14 ans (185x2 prélèvements).

La densité moyenne annuelle de l'ensemble des microarthropodes récolté est très élevée (893,3 individus par 100g de poids sec). La variabilité est très forte pour certains groupes, les Tarsonemida par exemple, assez faible pour d'autres (les Oribates) et plus forte dans l'écorce que dans le bois. La densité moyenne annuelle sur les 14 ans du suivi est beaucoup plus élevée dans l'écorce (1254,3) que dans le bois sous-jacent (523,3). Ceci s'explique, ainsi d'ailleurs que la variabilité plus grande, par l'hétérogénéité plus grande de l'écorce. A la surface de celle-ci peuvent se trouver des lichens, des mousses, ou des hépatiques, des algues vertes unicellulaires. Les microcrevasses qui augmentent avec l'âge, abritent une faune importante qui attirent des prédateurs extérieurs à la biocénose. Le bois sous-jacent est beaucoup plus homogène. C'est d'ailleurs en son sein que les microarthropodes les plus intéressants se trouvent.

On remarque aussi que les teneurs moyennes en eau sont très différentes entre le bois et l'écorce de 1971 à 1976, alors qu'elles sont voisines de 1977 à 1984 (Fig. 14).

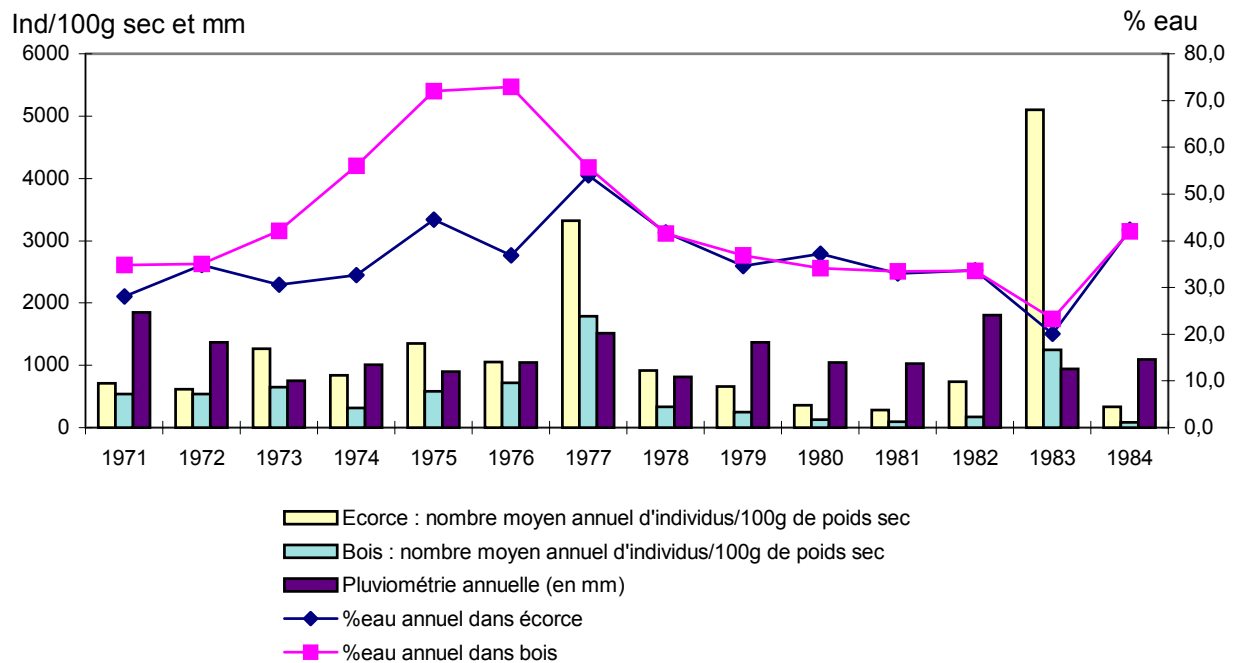


Fig. 14 : Nombre moyen annuel d'individus/100g de poids sec dans l'écorce et dans le bois. % annuel de la teneur en eau des prélèvements et pluviométrie annuelle.

Dans ces données globales, la moyenne de la teneur en eau des prélèvements, ainsi que la pluviométrie semblent indépendantes des densités observées. Une étude de détail actuellement en cours permettra peut-être de mieux comprendre quels sont les facteurs qui agissent sur les variations de densité.

Sur le plan qualitatif, deux groupes d'Acariens ont été étudiés, les Oribates et les Uropodes. Pour les Oribates, 70 échantillons ont été analysés. 68 espèces ont été récoltées ce qui correspond environ à un quart des Oribates de la réserve naturelle. Sur le tableau XIII est donnée une liste des espèces les plus fréquentes, ainsi que de celles qui sont inféodées à ce milieu. On peut voir que le nombre de celles-ci est important.

| Espèces | fréquences dans le bois mort | % de la fréquence Bois mort/autres milieux Massane |
|---|------------------------------|--|
| <i>Autogneta longilamellata</i> (Michael) | 74% | 100% |
| <i>Autogneta parva</i> Forsslund | 70% | 96% |
| <i>Moritzoppia unicarinata</i> (Paoli) | 67% | 98% |
| <i>Eueremaesus</i> sp. | 63% | indéterminé |
| <i>Dolicheraemeus dorni</i> (Balogh) | 60% | 100% |
| <i>Oribatella sexdentata</i> Berlese | 60% | 100% |
| <i>Ramusella</i> sp. | 54% | indéterminé |
| <i>Scheloribates</i> sp. | 50% | indéterminé |
| <i>Neoribates gracilis</i> Travé | 49% | 100% |
| <i>Liebstadia humerata</i> Sellnick | 49% | 85% (corticicole) |
| <i>Neoribates aurantiacus</i> Oudemans | 33% | 100% |
| <i>Thyrisoma lanceolata</i> (Michael) | 28% | 97% |
| <i>Lepidozetes singularis</i> Berlese | 20% | 50% (lichens et mousses sur arbres et rochers) |
| <i>Mesoplophora pulchra</i> Sellnick | 14% | 99% (phorétique) |
| <i>Metaleius strenzkei</i> Travé | 13% | 100% (phorétique) |
| <i>Paraleius leontonycha</i> (Berlese) | 3% | 100% (phorétique) |

Tab. XIII :Quelques espèces d'Oribates intéressantes du bois mort de la Massane.

L'élevage d'une espèce, *Neoribates gracilis* (TRAVÉ et DURAN, 1971) a mis en évidence ses adaptations morphologiques et physiologiques. Il est également intéressant de constater que trois de ces espèces au moins, sont phorétiques. La phorésie, qui est « le processus par lequel un animal s'attache à un organisme pour émigrer d'un site à un autre (ATHIAS-BINCHE, 1994) » est fréquente chez de nombreux acariens (Gamasides, Acaridides, Tarsonèmes). Chez les Oribates, elle est peu fréquente et ne concerne que quelques genres (NORTON, 1980). Les genres d'Oribates les plus cités comme phorétiques et qui présentent des adaptations d'accrochage aux insectes hôtes sont tous trois présents dans le bois mort de la Massane, *Mesoplophora*, *Paraleius*, *Metaleius*. Les insectes les plus concernés appartiennent à des familles dont beaucoup de représentants vivent dans des milieux temporaires (complexes saproxyliques, excréments, ...). Ce sont principalement des Coléoptères (Elateridae, Passalidae, Scarabaeidae, Cerambycidae, Scolytidae,..). Une famille de Diptères (Pantophthalmidae) et une famille de Dictyoptères (Blattidae).

Par contre, la phorésie est fréquente chez les Uropodes et même obligatoire chez les espèces du bois mort. ATHIAS-BINCHE (1977) a étudié ces Acariens sur le même arbre mort dont on vient de donner les données quantitatives et qualitatives sur les Oribates.

20 espèces ont été récoltées à la Massane, dont 8 (40%) sont strictement inféodées au bois mort et sont phorétiques, certaines d'entre elles à la stase adulte, d'autres à la stase deutonymphale. Dans certains cas les deutonymphes présentent deux formes, bien différentes morphologiquement, l'une normale, l'autre phorétique présentant des adaptations morphologiques et physiologiques importantes. Voici la liste des espèces d'Uropodes de la Massane (Tableau XIV).

Espèces du bois mort à phorésie obligatoire

Polyaspis patavinus Berlese
Prodinychus flagelliger (Berlese)
Prodinychus carinatus (Berlese)
Phyllodinychus sp.
Pseudouropoda rubella Athias-Binche
Metagynella cf. paradoxa Berlese
Urodinychus sp. cf. janeti Berlese
Fuscuropoda (?) sp.

Espèces édaphiques à phorésie absente ou occasionnelle

Armaturopoda coriacea Athias-Binche
Urodinychus alveolus Athias-Binche
Urodinychus connatus Berlese var. magnus Athias-Binche
Neodiscopoma catalonica Athias-Binche
Urojanetia sp. (myrmécophile)
Olodiscus minimus Berlese
Cilliba massanae Athias-Binche
Discourella modesta (Leonardi)
Polyaspinus quadrangularis Athias-Binche
Trachytes aegrota (C. L.K.)
Trachytes lamda Berlèse
Trachytes sp.

Tab XIV : Les Uropodes (Acaréens) de la Réserve de la Massane

VI – CONCLUSION

La forêt de la Massane, située à l'extrémité orientale des Pyrénées dans le massif de l'Albère couvre 54 % des 336 ha de la Réserve naturelle créée en 1973. Le boisement est essentiellement constitué de Hêtres (*Fagus sylvatica*), mais aussi de Chênes (*Quercus petraea*, *Q. humilis*, *Q. ilex*). Des Houx, des Erables, des Frênes, des Ifs et d'autres espèces arborées s'ajoutent aux essences principales.

L'exploitation forestière a été arrêtée il y a plus d'un siècle et la seule activité humaine consiste en un élevage extensif de bovins, principalement sur les pelouses sommitales.

Sa situation à un carrefour biogéographique (Méditerranée, Espagne, Pyrénées), son isolement relatif de la chaîne pyrénéenne, ainsi que la diversité des milieux, la présence même de l'élevage extensif de bovins, et son fort degré de naturalité en font une zone à forte biodiversité. Cette forte biodiversité est mise en évidence par la grande richesse spécifique de la Réserve Naturelle. Plus de 5000 espèces végétales et animales ont été répertoriées dans le site. Les espèces patrimoniales y sont nombreuses mais il faut également insister sur la richesse spécifique de groupes moins étudiés et moins connus comme les lichens, les arachnides, et certains groupes d'insectes.

Depuis l'abandon de la sylviculture, les processus de vie et de mort s'y déroulent naturellement et les bois morts, les complexes saproxyliques, jouent un rôle important dans le maintien d'une faune d'Invertébrés riche et originale.

Les arbres morts sur pied ou tombés à terre, mais aussi les arbres vivants abattus par les tempêtes, dont la décomposition plus ou moins rapide aboutit aux complexes saproxyliques, abritent des successions faunistiques liées à l'évolution des caractéristiques physico-chimiques et biologiques : bactéries, moisissures, protozoaires, microfaune et arthropodes vivent et meurent se remplaçant en vagues successives.

De nombreuses espèces étroitement liées à ces milieux ne peuvent subsister que grâce à leur présence. A la Massane, 37% des espèces de Coléoptères sont liés à ce milieu. Beaucoup de familles d'autres groupes d'Insectes comme les Diptères sont également bien représentées dans ces milieux. Les microarthropodes et principalement les Acariens et Collembolés sont quantitativement les plus nombreux et pour ces Invertébrés aussi, on rencontre des espèces strictement inféodées et adaptées à ces milieux.

Les bois morts, les Champignons lignicoles qui les accompagnent, les complexes saproxyliques jouent ainsi un rôle important dans la biodiversité globale de l'écosystème forestier. Dans une forêt comme celle de la Massane cette faune subsiste alors qu'elle a disparu de la plupart des forêts entretenues. Elle est d'ailleurs considérée comme une zone de protection particulière à l'échelle de la communauté européenne. En effet, la Réserve Naturelle de la Massane fait partie du réseau européen des Réserves biogénétiques. Fin 1991, la France avait désigné 35 sites représentant des types d'écosystèmes divers. Seulement 2 de ces sites correspondaient à des forêts anciennes, naturelles et semi-naturelles, dont la forêt de la Massane (CHAUVET & OLIVIER, 1993).

VII – TRAVAUX CITES

- ATHIAS-BINCHE, F.; 1977 - Etude quantitative des Uropodides d'un arbre mort de la hêtraie de la Massane. 1. Caractères généraux du peuplement. *Vie et Milieu* 27 (2) : 157-175
- ATHIAS-BINCHE, F.; 1994 – La phorésie chez les Acariens, aspects adaptatifs et évolutifs. Ed. du Castillet, Perpignan, 178 p.
- BÜCKING, W. ; 1997 – Comparisons between managed and unmanaged forests – 6 case studies (Birds, Xylobiontic beetles, Carabides) in Baden-Württemberg, south-west Germany. Conseil de l'Europe, Congrès International de Strasbourg, abstracts : Naturalité et forêts d'Europe.
- CHAUVET, M., OLIVIER, L. ; 1993 – La biodiversité, enjeu planétaire. Ed. Sang de la terre, 413 p.
- CLAUZADE, G., RONDON, Y.; 1960 - observations sur la végétation lichénique de la hêtraie de la Massane et de ses environs immédiats. *Vie et Milieu* 11 (3) : 437-464
- COINEAU, Y., 1974 – Introduction à l'étude des microarthropodes du sol et de ses annexes. Ed. Doin, 118 p.
- 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.; 1974 - Les insectes xylophages et leur rôle dans la dégradation du bois mort. in : P. Pesson. *Ecologie forestière*. Gauthier-Villars : 257-287
- DAJOZ, R.; 1998 - Les insectes et la forêt; Ed. Lavoisier Tec&Doc : 1-594
- DAUPHIN, P., ANIOTSBEHERE, J.Cl ; 1997 – Les galles de France. *Mém. Soc. linnéenne de Bordeaux*. Tome 2 (nouvelle édition revue et augmentée).
- DEJAIFVE, P.-A.; 1992 - Les oiseaux nicheurs de la Réserve de la Massane. *Réserve Naturelle de la Massane, Travaux* 33 : 1-54
- 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
- LACHAISE, D.; 1982 - Document pour le fichier "espèces" : Drosophiles; Texte dactylographié : 1-6
- LEBRETON, Ph. ; 1998 – Biodiversité et écologie : quelques réflexions théoriques et pratiques. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, 67 (4) : 86-94
- LUCE, J.-M. ; 1995 - Ecologie des cétoines (Insecta : Coleoptera) microcavernicoles de la forêt de Fontainebleau. Thèse Museum National d'Histoire Naturelle : 1-166
- Mc LEAN IFG, SPEIGHT, MCD ; 1993 – Saproxylic Invertebrates : the european context. *Dead wood matters* N° 7. English nature.
- MEIERHOFER, I.; 1995 - Etude phénologique des Coléoptères coprophages de la Réserve Naturelle de la Massane, *Travaux* 42 : 1-24
- NICOLAI, V. ; 1997 - The production of arthropods on dead wood of spruce and beech in typical central European forests during the first five years after the breakdown of the trunks. *Spixiana* 20 (2) : 183-190
- NORTON, R.A. ; 1980 – Observations on phoresy by Oribatid mites (Acari : Oribatei). *Internat. J. Acarol.* 6 (2) : 121-130.
- 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
- PETERKEN, G.F.; 1996 - Natural woodland. Ecology and conservation in Northern Temperate regions. Cambridge University Press.
- SCHNITZLER-LENOBLE, A.; 1996 - En Europe, la forêt primaire. L'extension de vraies réserves forestières est une nécessité scientifique. *La recherche* 290 : 68-72

- SPEIGHT, M., C., D.; 1989 - Les invertébrés saproxyliques et leur protection.
Collection sauvegarde de la Nature 42 : 1-76
- TRAVÉ, J.; 1963 - Ecologie et biologie des Oribates saxicoles et arboricoles.
Vie et Milieu Suppl. 14 : 1-267
- TRAVÉ, J., DURAN, F.; 1971 - Développement et Comportement en laboratoire de
Neoribate gracilis Travé. Vie et Milieu 22 (1c) : 79-90
- TRAVÉ, J., GARRIGUE, J.; 1996 - Plan de gestion. Réserve Naturelle de la Massane,
Travaux 46 : 1-125
- WASSMER, T. ; 1994 – Seasonality of coprophagous beetles in the Kaiserstuhl area near
Freiburg (SW Germany) including the winter months. Acta Oecologica 15 (5) : 607-631