

# Les effets de la canicule et de la sécheresse sur la forêt de la Massane (Pyrénées Orientales)

par Joseph GARRIGUE, Jean-André MAGDALOU et Christophe HURSON

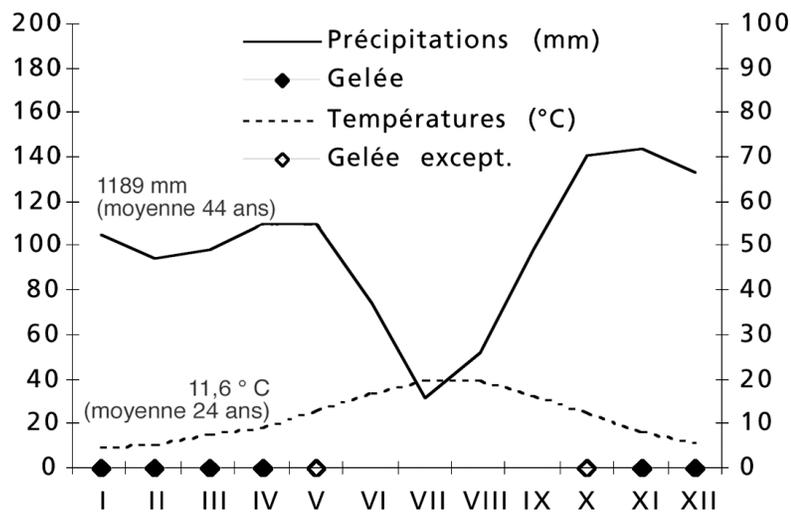
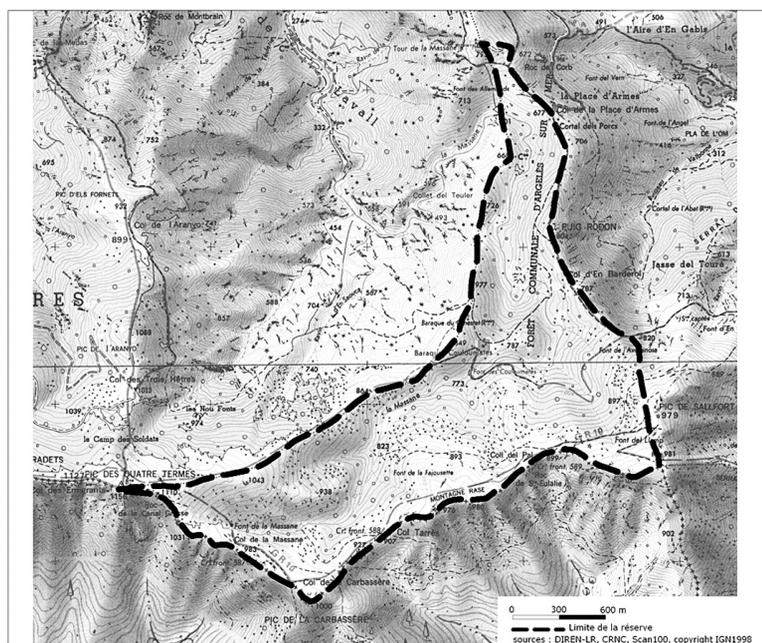
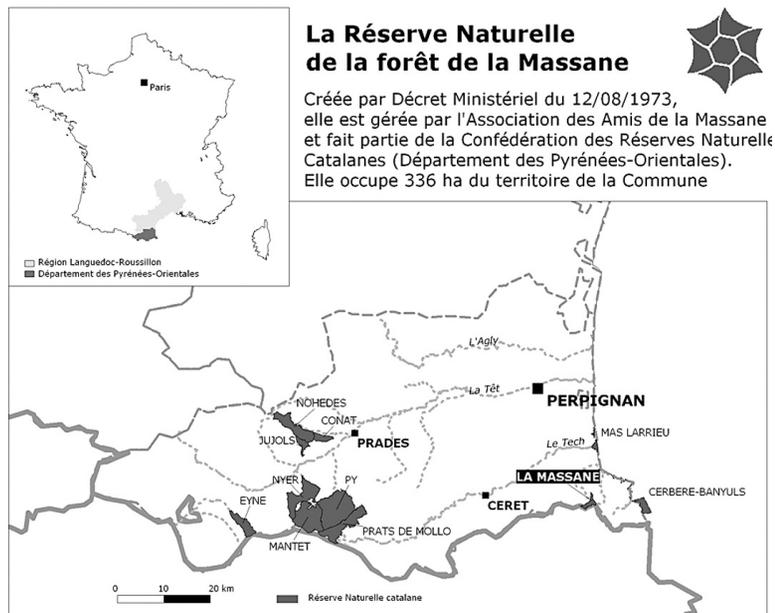
***Depuis 2003, la réserve naturelle de la Massane subit les effets des canicules et des sécheresses répétées. De nombreux travaux ont été menés sur le site, qui ont permis de suivre l'impact de ces phénomènes sur les écosystèmes.***

Située à l'extrémité orientale des Pyrénées, la Réserve naturelle de la Massane appartient au massif de l'Albera. Elle occupe toute la haute vallée de la rivière Massane, de 600 à 1158 m d'altitude sur la commune d'Argelès-sur-Mer. Créée par un arrêté ministériel du 30 juillet 1973, elle protège 336 hectares. C'est la sixième au niveau national, l'une des plus anciennes. Au fil du temps, elle est devenue une station de référence en Europe et cumule plusieurs statuts de protection : Réserve biogénétique du Conseil de l'Europe, Réserve naturelle, Réserve de chasse, ZNIEFF, ZICO, puis faisant partie de la ZPS et de la ZSC (Natura 2000) de l'Albera.

Depuis la création du Laboratoire Arago à Banyuls-sur-Mer (Université de Paris VI) en 1882, de nombreux travaux ont été menés sur le site, ce qui en fait un des espaces naturels les mieux connus en France avec près de 6000 espèces répertoriées.

Elle est constituée principalement de hêtres et est considérée comme une hêtraie méridionale. L'exploitation forestière a été abandonnée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et la seule activité qui subsiste est l'élevage extensif de bovins.

ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique,  
faunistique et floristique  
ZICO : Zone d'intérêt communautaire  
pour les oiseaux  
ZPS : Zone de protection spéciale  
ZSC : Zones spéciales de conservation



Un suivi météorologique est effectué depuis 44 ans et permet de présenter le diagramme ombrothermique en figure 1.

Ce diagramme est caractéristique d'un climat de type méditerranéen, avec un creux estival marqué, mais il ne montre pas la grande variabilité de la pluviométrie. Une grande partie des eaux reçues lors de pluies torrentielles automnales ou printanières n'est que partiellement assimilable par la végétation. Elle l'est encore moins sur les versants pentus sur lesquels le transfert des eaux pluviales vers les fonds de vallée est encore plus rapide.

D'après QUÉZEL & MÉDAIL (2003) dans leur ouvrage « *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen* », si l'on place la Massane en fonction des valeurs de la moyenne des minima du mois le plus froid, c'est-à-dire janvier avec 1,9°C, cette hêtraie se trouve en situation exceptionnelle dans l'étage méso-méditerranéen selon tous les auteurs cités.

Face aux nombreuses interrogations quant à la fréquence future d'épisodes climatiques exceptionnels, la Réserve naturelle dispose depuis 1999 d'une base de données cartographique permettant un suivi individuel de plus de 30 000 arbres de trente espèces différentes, sur une surface de 28,8 ha correspondant à 15% de l'habitat forestier de la Réserve naturelle, dont 9,4 ha en réserve intégrale et 19,4 ha en ripisylve.

Cette base de données nous permet d'avoir une information sur l'état physiologique des arbres avant l'épisode climatique exceptionnel de 2003. A partir de cette connaissance, les données relevées postérieurement permettent de préciser l'évolution de l'état physiologique des individus due en partie aux contraintes hydriques et thermiques de l'été 2003, puis celles de 2006.

Petit rappel sur l'évènement de 2003, la Massane n'a pas échappé à la situation que l'on a connue sur l'ensemble du territoire : quatre mois consécutifs très secs, avec seulement 30 mm de juin à août ; la canicule d'août avec des maxima supérieurs à 30° C pendant 19 jours, dont 14 jours consécutifs à partir du 1<sup>er</sup> août (température record enregistrée le 13 août avec 37,3°C).

**Fig. 1 :** Diagramme ombrothermique (P=2T) inspiré de R. FOLCH I GUILLEM (1981)

On voit sur le diagramme ombrothermique (Cf. Fig. 2), l'étendue de cette conjonction sécheresse et canicule, de mi-juin à mi-septembre.

Sur les trente espèces représentées dans les suivis, seize sont concernées par des cas de mortalité. Parmi celles-ci, le hêtre (*Fagus sylvatica*), le chêne pubescent (*Quercus humilis*) et l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) sont les plus touchées.

### Le cas du hêtre

4,14% des hêtres semblent avoir succombés à la conjonction canicule-sécheresse de 2003 et 15,42% ont présenté un dessèchement pendant les périodes de végétation 2004 et 2005 (Cf. Fig. 3).

### Le cas de l'aulne

C'est l'essence qui a payé le plus lourd tribut à cet épisode. Plus de 12% des arbres sont morts. Les causes sont à rechercher également dans les événements antérieurs qui ont affectés la ripisylve, notamment la crue violente de novembre 1999 qui avait endommagé de nombreux arbres (Cf. Fig. 4).

Sur l'ensemble du peuplement étudié en décembre 2002, la proportion d'arbres morts (souches et chandeliers) est de 9,4%, c'est-à-dire au plus loin où l'on puisse remonter dans l'évaluation des mortalités. Cette mortalité passe à 11,9% en novembre 2005, soit une augmentation de 2,5 points.

Et en 2006 ? Mêmes constats : une sécheresse importante : 63,8 mm seulement, d'avril à août et un épisode caniculaire en juillet avec 20 jours au dessus de 30°C. Août sera plus frais avec aucune journée au-dessus de 30°C et seulement 10 jours au dessus de 25°C.

4,5% des arbres sont morts sur l'intervalle 2003-2007. Une analyse par classes de diamètres permet de préciser ce taux de mortalité : 15% des arbres de diamètre supérieur à 50 cm par exemple. On peut dire, sur ce point, que ce type d'évènement a accéléré la mortalité des vieux sujets.

2601 arbres sont concernés par des cas de dépérissement (mortalité de branche ou descente récente de cimes). Sur les 1728 dont on a l'information, 37% sont encore vivants, 17% sont morts l'année suivante, 12% meurent après deux années consécutifs de dépérissement, et 34% suite à trois années.

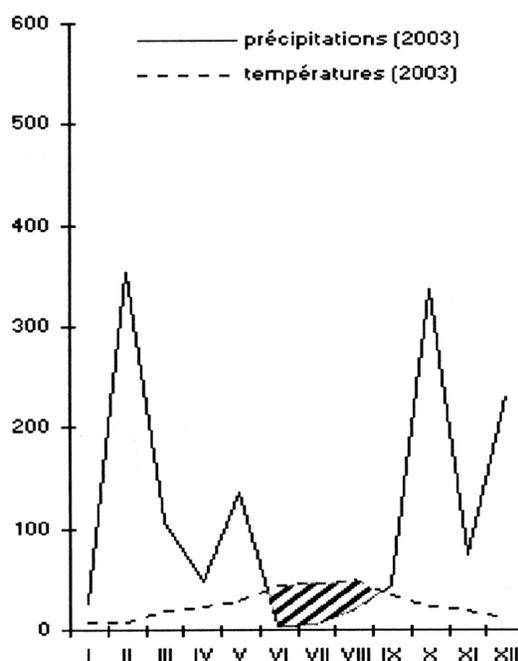


Fig. 2 : Graphiques ombrothermiques (P=2T) d'après les enregistrements de la station de la Massane pour l'année 2003.

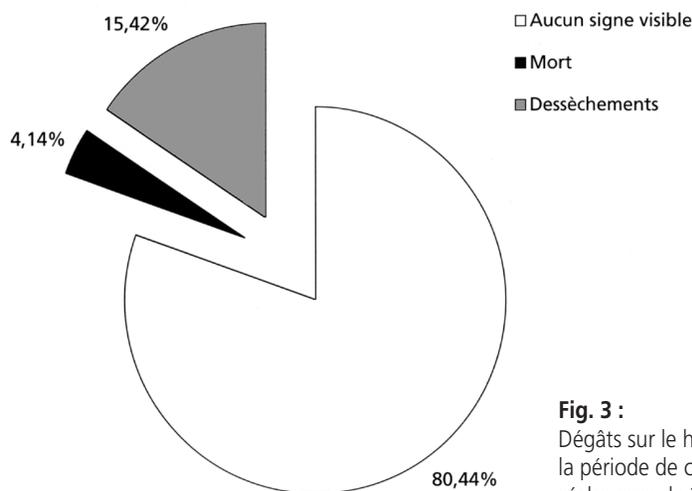


Fig. 3 : Dégâts sur le hêtre après la période de canicule-sécheresse de 2003

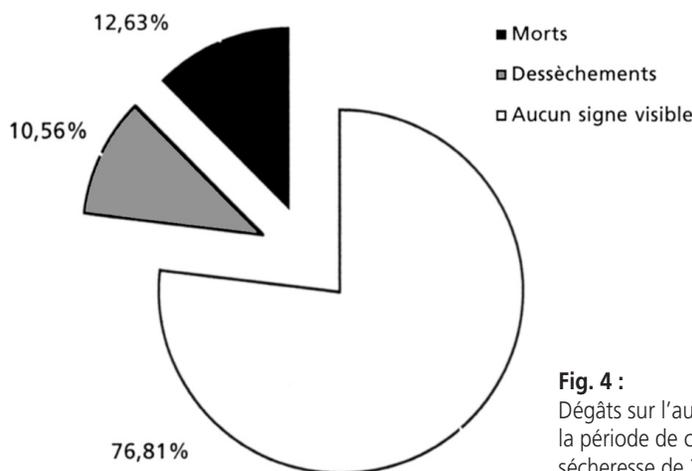


Fig. 4 : Dégâts sur l'aulne après la période de canicule-sécheresse de 2003

## A qui profite le crime ?

Entre 2003 et 2007, 587 arbres morts supplémentaires sont répertoriés dans la réserve intégrale. L'inventaire des différents groupes d'espèces, permet de constater l'importance du bois mort et des cavités à travers la richesse spécifique (sous réserve de connaître la biologie des espèces) : 34% des champignons sont dépendants du bois mort, 37% des Coléoptères et ce chiffre peut

monter à plus de 90% si l'on s'en réfère à des groupes comme les myxomycètes. 26% des mammifères dépendent de la partie morte des arbres avec les gîtes dans les cavités, et 17% des oiseaux.

Ce qui a pu être mesuré, c'est l'augmentation du nombre d'arbres atteints par des champignons lignicoles. Une trentaine d'espèces est incluse dans la base, mais c'est surtout sur trois espèces que reposent la plupart des observations : l'amadouvier (*Fomes fomentarius*) et *Oudemansiella mucida* sur le hêtre, et *Inonotus radiatus* sur les aulnes. Suite à l'évènement climatique de 2003, le nombre d'arbres touchés par champignons a été multiplié par quatre en 2005.

Si l'on prend l'exemple de l'amadouvier (*Fomes fomentarius*), chaque sporophore correspond à un microhabitat dans lequel toute une faune se développe et participe à sa décomposition. Rien que pour les Coléoptères, 26 espèces se succèdent avant le stade ultime de décomposition dans lequel on va trouver le rare Tenebrionidae *Bolitophagus reticulatus*. A travers cet exemple, on voit bien toutes les espèces à qui profitent de tels évènements climatiques.

On peut citer également les principaux groupes de microarthropodes qui ont été suivis durant 14 ans sur un hêtre de 1,20 m de diamètre tombé au sol (J. TRAVÉ, F. DURAN, 1999). La densité moyenne annuelle de l'ensemble des microarthropodes récolté est très élevée avec 893,3 individus par 100 g de poids sec : on se rend bien compte que le bois mort est un milieu qui grouille de vie !

Les espèces patrimoniales d'invertébrés à la Massane sont toutes liées au bois mort ou déperissant, que ce soit la Rosalie alpine (*Rosalia alpina*), le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*), le Grand capricorne (*Cerambyx cerdo*) ou la plus grande cétoine d'Europe (*Osmoderma eremita*).

## Autres perturbations pouvant avoir une influence sur l'écosystème forestier

L'ampleur des conséquences sur les peuplements forestiers (mortalité, déperissement) d'évènements climatiques comme ceux de l'été 2003 dépendent souvent des accidents antérieurs ou des contraintes à venir.

## Inventaire faunistique et floristique de la réserve naturelle de la Massane

<b>FUNGI</b>	<b>710</b>		<b>Insectes</b>	<b>3186</b>	
Champignons	432	**	<i>Collemboles</i>	80	***
Lichens	278	***	<i>Thysanoures</i>	7	**
<b>VEGETAUX</b>	<b>898</b>		<i>Diploures</i>	4	**
Muscinées	186	***	<i>Protoures</i>	3	**
Cryptogames vasculaires	18	***	<i>Ephéméroptères</i>	22	**
Phanérogames	694	***	<i>Odonates</i>	20	**
<b>PROTISTES</b>	<b>133</b>		<i>Plécoptères</i>	26	**
Thécamoebiens	44	***	<i>Orthoptères</i>	48	***
Gregarines	14	**	<i>Phasmidés</i>	2	***
Myxomycètes	75	***	<i>Dermaptères</i>	3	***
<b>ANIMAUX</b>	<b>4142</b>		<i>Embioptères</i>	2	***
<b>Invertébrés</b>	<b>3987</b>		<i>Dictyoptères</i>	7	**
Hydraires	1	**	<i>Isoptères</i>	1	***
Turbellaries	8	*	<i>Psocoptères</i>	5	*
Nématodes-Gardiens	35	*	<i>Hétéroptères</i>	123	***
Trématodes	3	*	<i>Homoptères</i>	21	*
Cestodes	9	*	<i>Thysanoptères</i>	1	*
Annélidés	40	**	<i>Névroptères</i>	6	*
Mollusques	35	**	<i>Mécoptères</i>	1	*
Tardigrades	5	*	<i>Lépidoptères</i>	383	***
Crustacés	23	*	<i>Trichoptères</i>	46	**
Arachnides	597		<i>Diptères</i>	430	**
<i>Scorpions</i>	1	***	<i>Siphonaptères</i>	5	*
<i>Palpigrades</i>	1	*	<i>Hyménoptères : fourmis</i>	60	***
<i>Araignées</i>	253	***	<i>Hyménoptères : autres</i>	254	*
<i>Opilions</i>	8	***	<i>Coléoptères</i>	1626	***
<i>Pseudoscorpions</i>	3	**	<b>Vertébrés</b>	<b>155</b>	
<i>Acarions</i>	331	**	Poissons	2	***
Myriapodes	45		Amphibiens	8	**
<i>Pauropodes</i>	10	**	Reptiles	12	**
<i>Symphyles</i>	5	**	Oiseaux	100	***
<i>Chilopodes</i>	22	**	Mammifères	33	***
<i>Diplopodes</i>	8	*	<b>TOTAL</b>	<b>5883</b>	

Inventaire au 1<sup>er</sup> octobre 2006. Les chiffres indiquent le nombre d'espèces recensées  
\* mal connues \*\* assez bien connues \*\*\* bien connues

Le milieu méditerranéen est déjà soumis à des gels tardifs, des vents violents ou bien des périodes de sécheresse ou de fortes chaleurs, de violentes précipitations... Tous ces événements, s'ils surviennent dans un avenir proche, viendront certainement aggraver les conséquences d'un événement climatique exceptionnel, tel que ceux de 2003 et 2006.

Les fortes crues ont un impact important sur l'écosystème forestier de la Massane, et viennent souvent se combiner aux autres perturbations. La crue du 5 septembre 2005 notamment, a emporté 69 arbres !

D'autres perturbations sont plus insidieuses, c'est le cas des polluants atmosphériques comme l'ozone. Durant l'été 2000, la Massane était le site le plus pollué de la côte des Pyrénées-Orientales. Ce polluant peut avoir un impact important sur les végétaux.

## Conclusions

La sécheresse et la canicule doivent être considérées comme des perturbations majeures avec des répercussions visibles dès les années suivantes sur l'espérance de vie de certains arbres.

Cependant, elles ont des effets positifs sur la biodiversité, en particulier sur le maintien et le développement des espèces liées à la décomposition du bois mort (champignons, insectes, acariens...)

Même si on note une mortalité élevée chez les plus vieux arbres (de l'ordre de 15% pour la classe de diamètre de plus de 50 cm), nous n'avons pas d'informations qui nous permettent de remettre en cause le maintien de la hêtraie à la Massane suite à ce type d'événements climatiques.

Sous fortes influences méditerranéennes, la hêtraie de la Massane peut être considérée comme un poste avancé du changement climatique, étant déjà soumise à l'ensemble de perturbations dont les experts du climat prédisent une fréquence accrue sur tout le territoire : vents violents, sécheresses, canicules, fortes précipitations...

Conscients de sa responsabilité, le gestionnaire s'est doté d'un outil qui pourrait servir de modèle pour observer comment réagissent les peuplements forestiers face aux perturbations et plus particulièrement la hêtraie méditerranéenne.

Concernant l'intérêt de la non exploitation de la forêt, nous citerons le philosophe et photographe B. Boisson (1996) : « *Par rapport à ce tout transformé au fil des siècles par notre civilisation, la forêt restituée dans sa dimension sauvage devrait être considérée comme un "biotope primordial" ayant valeur de diapason pour nous faire sentir la justesse ou la dérive de toute intervention humaine.* »

**J.G., J.-A.M. , C.H.**

## Bibliographie

- DALSTEIN, L. et al., 2004 – Dégradation de la forêt française en relation avec l'ozone, première approche. *Environnement & Technique* N°236 : 42-44
- Département de la santé des forêts (DSF), février 2004 – Sécheresse et canicule de l'été 2003, Quelle incidence visuelle sur les peuplements forestiers ? *Information Santé des Forêts*.
- FOLCH i GUILLEM, F., 1981 – Vegetació dels Països Catalans, Institució Catalana d'Història Natural, memoria num. 10 : 1-513.
- FROMAGE-MARIETTE, et al., 2001 – Mesure de l'ozone et des BTX par échantillonnage passif sur le littoral des Pyrénées-Orientales. Été 2000. Air Languedoc-Roussillon : 1-30 et 17 annexes.
- 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, MAGDALOU, J.-A., 2003 - Suivi forestier & Cartographie assistée par Système d'Information Géographique ; Réserve naturelle de la Massane, Travaux 55 Complément n°1 : 1-7 et annexes.
- MAGDALOU, J.-A., HURSON, Ch., GARRIGUE, J., 2002 - Suivi ripisylve & Cartographie assistée par Système d'Information Géographique ; Réserve naturelle de la Massane, Travaux 62 : 1-28 et annexes.
- MAGDALOU, J.-A., HURSON, Ch., GARRIGUE, J., 2005 - Etude des effets de la conjonction sécheresse/canicule de 2003 sur la forêt de la Massane ; Réserve naturelle de la Massane, Travaux 72 : 1-38
- QUÉZEL, P., MEDAIL, F., 2003 - *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen* ; Ed. Elsevier : 572
- TRAVÉ, J., GARRIGUE, J., DURAN, F., 1996 – Le mésoclimat de la réserve naturelle de la Massane. Réserve naturelle de la Massane, Travaux 45 : 1-28
- 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., GARRIGUE, J., MAGDALOU, J.-A., 1996 – Plan de gestion de la Réserve naturelle de la Massane. Réserve naturelle de la Massane, Travaux 71 : 1-141 et annexes

Joseph GARRIGUE  
Jean-André  
MAGDALOU  
Réserve naturelle de  
la Massane,  
Mél : massane.rn@  
wanadoo.fr

Christophe HURSON  
Fédération  
des réserves  
naturelles catalanes  
Mél : christophe.  
hurson@espaces-  
naturels.fr

### Résumé

---

Située à l'extrémité orientale des Pyrénées, la Réserve naturelle de la Massane appartient au massif de l'Albera. Elle occupe toute la haute vallée de la rivière Massane de 600 à 1158 m d'altitude sur la commune d'Argelès-sur-Mer. Elle est constituée principalement de hêtres et est considérée comme une hêtraie méridionale. L'exploitation forestière a été abandonnée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et la seule activité qui subsiste est l'élevage extensif de bovins. Depuis la création du Laboratoire Arago à Banyuls-sur-Mer (Université de Paris VI) en 1882, de nombreux travaux ont été menés sur le site, qui en font un des espaces naturels les mieux connus en France avec près de 6 000 espèces répertoriées. Un suivi météorologique est effectué depuis 44 ans.

Face aux nombreuses interrogations quant à la fréquence future d'épisodes climatiques exceptionnels, la Réserve naturelle dispose depuis 1999 d'une base de données cartographique permettant un suivi individuel de plus de 30 000 arbres de 30 espèces différentes, sur une surface de 28,8 ha correspondant à 15% de l'habitat forestier de la Réserve naturelle dont 9,4 ha en réserve intégrale et 19,4 ha en ripisylve.

Grâce à ces outils, il a été possible de suivre l'impact de la conjonction canicule et sécheresse de 2003, puis celle de 2006.

Sur l'ensemble du peuplement étudié, en décembre 2002, la proportion d'arbres morts (souches et chandeliers) est de 9,4% alors qu'elle est de 11,9% en novembre 2005, soit une augmentation de 2,5 points. De 2003 à 2007, 15% des arbres de plus de 50 cm de diamètre sont morts.

Les résultats montrent que ces épisodes climatiques doivent être considérés comme des perturbations majeures du milieu naturel.

### Summary

---

**The effects of prolonged heat and drought on the Massane forest (Pyrénées-Orientales, South-Central France)**

Located at the extreme eastern (Mediterranean) end of the Pyrenees range, the Massane Nature Reserve forms part of the Albera massif, occupying the upper valley of the Massane River from 600m to 1,158m, in the municipality of Argeles-sur-Mer. It is mainly home to the beech and is considered to be a southern or Mediterranean beech forest. Forestry activity was abandoned at the end of the 19th century and today the only surviving activity is pastured (non-intensive) cattle raising. Since the establishment in 1882 of the Arago Research Laboratory (belonging to the University of Paris-VI), many studies have been conducted here, so that it is now one of France's best understood sites, with more than 6,000 species inventoried. Meteorological monitoring has been ongoing for the last 44 years.

Given the numerous imponderables linked to the frequency of exceptional climatic events to come, the Massane Nature Reserve has maintained a mapped database since 1999, permitting the individual monitoring of more than 30,000 trees from 30 species, covering 28.8 hectares. The area involved, corresponding to 15% of the Reserve's woodland habitat, is made up of 9.4 ha of complete reserve and 19.4 ha of riverside woodland. Thanks to such tools, it has been possible to monitor the impact of the 2003 heatwave as well as that of 2006.

For the whole of the area under study, the proportion of dead trees (stumps and standing skeletons) in December 2002 was 9.4%, whereas in November 2005 it was 11.9%, an increase of 2.5%. Between 2003 and 2007, 15% of trees of more than 50 cm diameter died.

The results show that these climatic events should be considered as disturbances.