

# LA PLACETTE D'OBSERVATION RENECOFOR EN FORÊT D'ANCE (HET 64)

Période d'observation 1992-2002

## 1. Situation de la placette

La placette HET 64 est située dans les Pyrénées-Atlantiques, en forêt communale d'Ance sur un terrain en pente (45 %) exposé au nord-ouest. Cette zone de montagne (400 m d'altitude) appartient à la région IFN<sup>1</sup> « Bordure sous Pyrénéenne ».

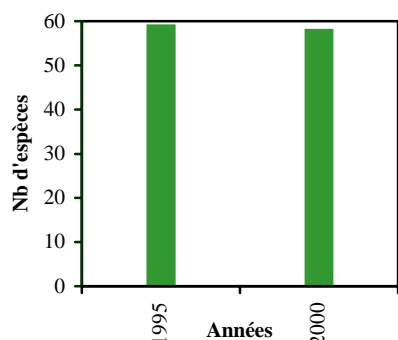
## 2. Description du peuplement

Cette futaie régulière est composée essentiellement de hêtre commun (*Fagus sylvatica*) mélangé à du frêne commun (*Fraxinus excelsior*), du merisier (*Prunus avium*), du chêne pédonculé (*Quercus robur*) et du chêne sessile (*Quercus petraea*). Elle est âgée de 76 ans (âge moyen à 1,3 m du sol, en 2003) et provient d'une régénération naturelle.

## 3. La station

Du point de vue phytosociologique le peuplement se rattache au *Fagion sylvaticae*. L'inventaire floristique réalisé en 1994/95 recense 59 espèces. En 2000, le nombre d'espèces observées était de 58.

### Evolution de la flore de 1995 à 2000



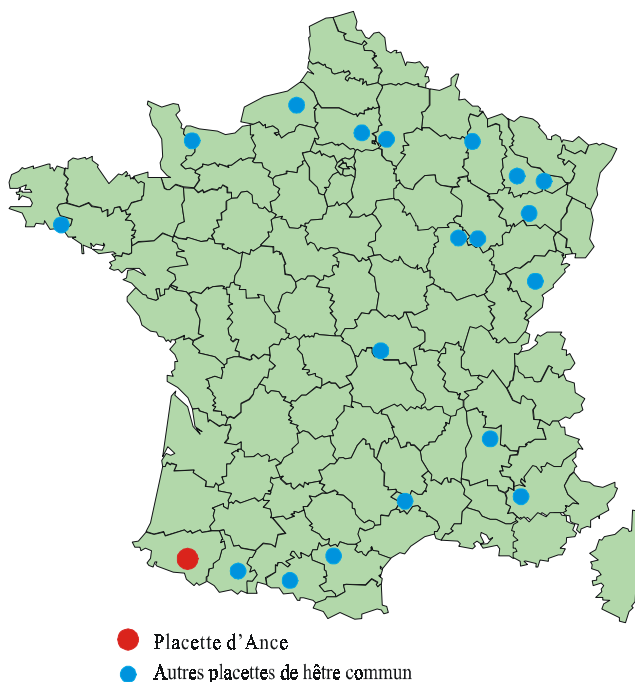
La diversité floristique totale de la placette est moyenne comparée aux autres placettes de hêtre du réseau. Il faut noter la présence en 2000 de l'osmonde royale (*Osmunda regalis*) qui est une espèce à préserver, car en raréfaction en France du fait des travaux hydrauliques.

Le substrat géologique se compose d'altérites limono-argilo-sableuses de calcschiste pour le profil n°1 et d'argile de décarbonatation sur calcaire dur pour le profil n°2. Il en résulte une texture<sup>2</sup> limono-argilo-sableuse à sables fins pour le premier profil et une texture limono-argilo-sableuse à sables fins jusqu'à 45 cm, suivie d'argile pour le second. Dans ce dernier des concrétions rouilles et des tâches brunes sont visibles de 5 à 90 cm de profondeur. La profondeur prospectable par les racines est limitée par la charge en éléments grossiers à partir

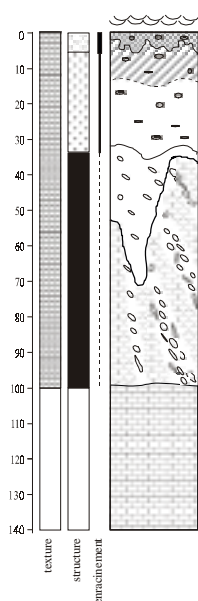
de 35-45 cm de profondeur, puis bloquée par les horizons rocheux. Nous sommes en présence d'un sol brun eutrophe (selon Duchaufour).

Le rapport carbone organique sur azote (C/N), est de 13 pour l'horizon 0-10 cm. Cela indique une minéralisation rapide de l'azote, malgré une décomposition moyenne de l'humus (oligomull).

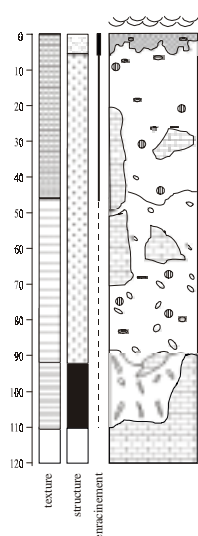
En 1995, les stocks en carbone organique dans la couche minérale (0-40 cm) sont de 69,9 t/ha, ceux en azote de 6,3 t/ha et ceux en calcium de 3 t/ha.



### Profil n°1



### Profil n°2



- Horizons holorganiques aérés**  
 OLn + OLv : présence d'une couche de feuilles accolées
- Horizons organo-minéraux**  
 horizon grumeleux (actif), humifère, couleur noire (sauf anmoor)  
 horizon grumeleux (actif), MO normalement abondante
- TEXTURES**  
 A, AS, AL  
 Argile lourde  
 LAS, LSA
- STRUCTURES**  
 grumeleuse ou grenue  
 polyédrique subanguleuse  
 massive ou continue
- LE FER**  
 concrétions ferromanganiques ou revêtements ferromanganiques
- ROCHES OU ELEMENTS GROSSIERS**  
 roches carbonatées  
 roches carbonatées meubles ou altérées dans la masse

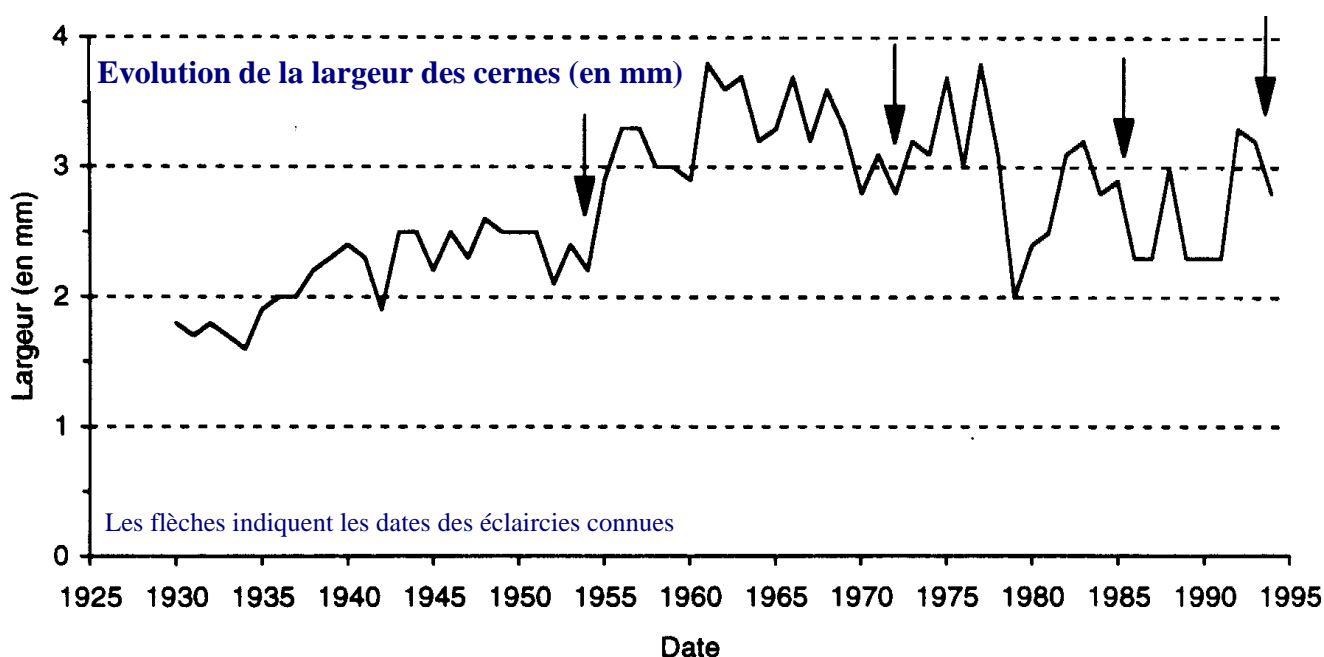
<sup>1</sup> = division territoriale (par l'Inventaire Forestier National), si possible traditionnellement reconnue, où règnent des conditions similaires d'un point de vue forestier  
<sup>2</sup> = classement des particules de sol en fonction de leur taille

Malgré une capacité d'échange cationique<sup>3</sup> (CEC) limitée, les teneurs en bases échangeables<sup>4</sup> sont bonnes pour le calcium, pour le magnésium et moyenne pour le potassium. Cela provient du taux de saturation<sup>5</sup> en cations basiques qui est très satisfaisant (> 60 %). Ce sol possède donc des potentialités limitées, mais bien utilisées.

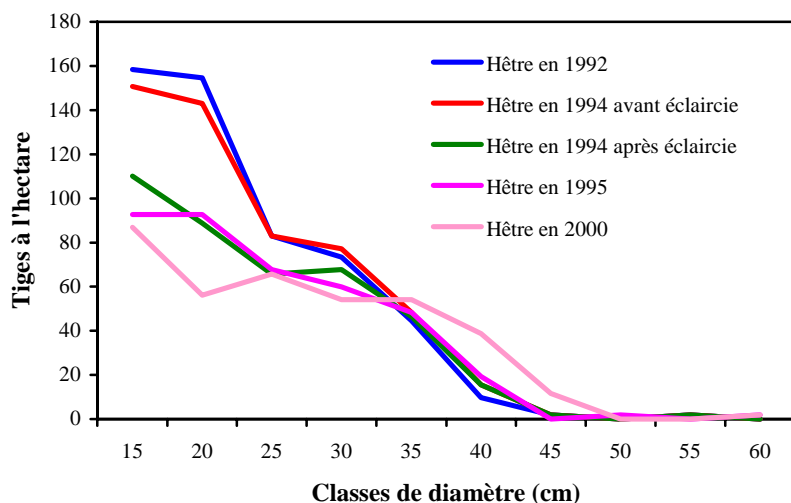
La réserve utile maximale, qui indique les possibilités de stockage du sol en eau disponible pour les plantes, est estimée à 100 - 120 mm, ce qui représente des potentialités moyennes. Mais cette réserve est correcte comparée au déficit pluviométrique moyen d'Oloron-Ste-Marie (70 mm).

#### 4. Le peuplement d'un point de vue sylvicole

Depuis son origine, le peuplement présente un accroissement radial moyen de 2,7 mm/an. Le fait le plus notable est l'augmentation brusque du niveau de croissance à partir de 1955. Au vue de l'histoire des coupes, ce saut de croissance semble être en grande partie l'expression de la coupe d'amélioration pratiquée dans la parcelle en 1954. Jusqu'en 1980, le niveau de croissance s'est maintenu à un niveau supérieur à 3 mm/an. A partir de 1980 l'accroissement annuel varie de 2 à 3 mm, pour donner en moyenne sur la période 1980-1994 2,7 mm/an.



#### Distribution des diamètres de hêtre en 1992, 1994, 1995 et en 2000



Cette futaie régulière de hêtre est mélangée avec des chênes sessile et pédonculé, du frêne commun et du merisier.

En 1992, le peuplement possédait dans sa globalité (catégorie de précomptage = 15 cm) 655 tiges/ha dont 530 tiges/ha de hêtre. Le peuplement possède aussi un grand nombre de hêtre de 10 cm de diamètre. La surface terrière totale était de 28 m<sup>2</sup>/ha, celle du hêtre représentait ≈ 80 % de la surface terrière totale (23 m<sup>2</sup>/ha). Le diamètre moyen de l'ensemble du peuplement et du hêtre était de 23 cm (calculé à partir de la surface terrière).

Avant l'exploitation de 1994, le peuplement possédait dans sa globalité 645 tiges/ha dont 520 tiges/ha de hêtre. La surface terrière totale avait augmenté pour

atteindre 30 m<sup>2</sup>/ha, celle du hêtre représentait 24 m<sup>2</sup>/ha (≈ 80 % de la surface terrière totale). Le diamètre moyen de l'ensemble du peuplement et du hêtre était de 24 cm.

<sup>3</sup> = capacité du sol à retenir des cations (Ca, Mg, K, H, Al, Mn)

<sup>4</sup> = quantité de cations basiques échangeables (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> et K<sup>+</sup>) contenus dans le sol

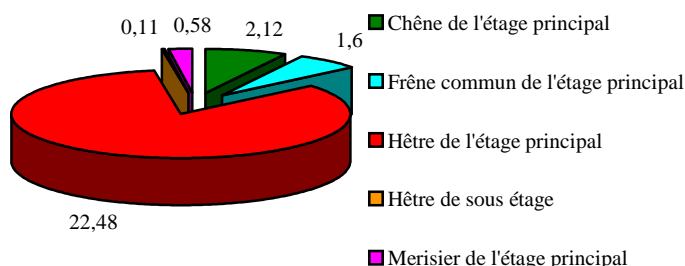
<sup>5</sup> = rapport entre la somme des bases échangeables (Ca, Mg, K) et la capacité d'échange cationique (en %)

Après l'exploitation de 1994, la densité totale passe à 475 tiges/ha (prélèvement de 170 tiges/ha soit  $\approx 26\%$ ), celle du hêtre à 400 tiges/ha (prélèvement de 120 tiges/ha soit  $\approx 23\%$ ). La surface terrière totale est réduite à 24 m<sup>2</sup>/ha (prélèvement de 6 m<sup>2</sup>/ha soit  $\approx 20\%$ ), celle du hêtre à 20 m<sup>2</sup>/ha (prélèvement de 4 m<sup>2</sup>/ha soit  $\approx 17\%$ ). Le diamètre moyen de l'ensemble du peuplement et pour le hêtre augmente à 25 cm. Cette légère augmentation s'explique par le fait que cette coupe a surtout concerné les petits diamètres (15 à 25 cm).

En 1995, le peuplement possédait dans sa globalité 455 tiges/ha dont 385 tiges/ha de hêtre. La surface terrière totale était de 24 m<sup>2</sup>/ha, celle du hêtre représentait  $\approx 85\%$  de la surface terrière totale (20 m<sup>2</sup>/ha). Le diamètre moyen de l'ensemble du peuplement et du hêtre passe à 26 cm.

En 2000, le peuplement possédait dans sa globalité 435 tiges/ha dont 370 tiges/ha de hêtre. La surface terrière totale était de 27 m<sup>2</sup>/ha, celle du hêtre de 23 m<sup>2</sup>/ha ( $\approx 85\%$  de la surface terrière totale). Le diamètre moyen de l'ensemble du peuplement et du hêtre était de 28 cm.

### Répartition de la surface terrière (%) par essence et par strate en 2000



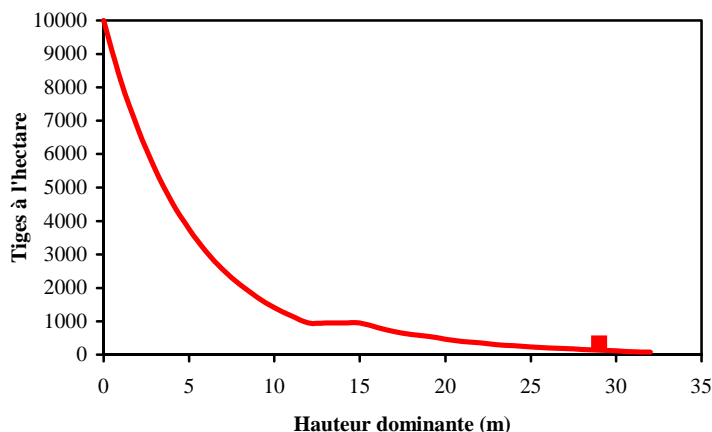
En comparant le peuplement ( $Ho^7 = 29$  m et 340 tiges/ha (dominants et codominants) à la norme 1 du guide des sylvicultures du hêtre dans le massif Pyrénéen (Directions Régionales Aquitaine, Midi-Pyrénées et Languedoc-Rousillon, janvier 1997), nous observons que la densité est supérieure à la norme.

Les diminutions du nombre de tiges entre les inventaires sont dues à des chablis réguliers dans ce peuplement (sauf 1994 = éclaircie).

L'accroissement global en surface terrière de l'ensemble du peuplement et du hêtre sur la période 1992-2000 est de 0,8 m<sup>2</sup>/ha/an.

En 2000, l'arbre moyen<sup>6</sup> de l'étage principal (hêtre) possède un diamètre ( $D_g$ ) de 28 cm et une hauteur ( $H_g$ ) de 26 m. Nous obtenons un coefficient d'élancement ( $H_g/D_g$ ) de 93 qui indique une stabilité moyenne vis à vis des risques de chablis.

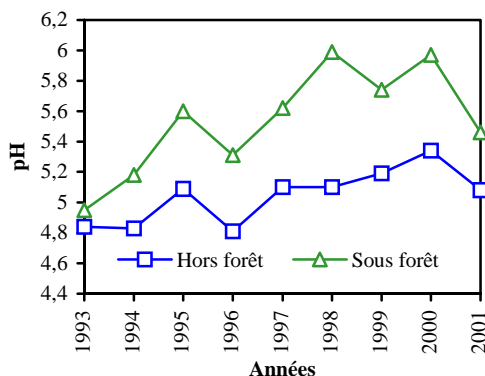
### Comparaison avec le guide sylvicole



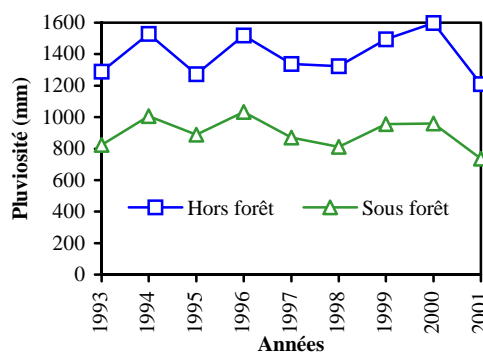
## 5. Les retombées atmosphériques entre 1993 et 2001

La **pluviosité** annuelle moyenne hors couvert forestier représente 1397 mm, celle sous couvert 899 mm. Les cimes des arbres jouent le rôle d'un filtre, en raison de leur surface réceptrice sur laquelle les faibles pluies sont interceptées partiellement puis s'évaporent. L'interception moyenne des houppiers de ce peuplement avoisine les 35 %. En 2001, la pluviosité est la plus faible de la période avec 1210 mm hors couvert forestier et 736 mm sous forêt.

### Evolution du pH de 1993 à 2001



### Pluviosité hors et sous couvert forestier de 1993 à 2001



En absence de toute pollution, l'eau de pluie aurait un **pH** proche de 5,5. Dans les précipitations hors couvert forestier le pH est légèrement acide (5). Sous couvert forestier, il passe à 5,5. Cette augmentation est due au fait que l'eau s'enrichit au contact des houppiers d'ions de nature basique. Nous pouvons noter une légère tendance à l'augmentation du pH sous couvert forestier sur la période 1993-2001.

<sup>6</sup> = arbre qui possède la surface terrière moyenne

<sup>7</sup> = hauteur moyenne des 100 plus gros arbres sur un hectare

Parmi les cations basiques, le **calcium** est l'élément phare, car il domine dans la majorité des sols forestiers et joue un rôle essentiel dans leur capacité à compenser l'acidification. Les apports par les précipitations sont donc importants à considérer, en particulier pour les sites sensibles à l'acidification. L'apport en calcium dans les précipitations hors forêt représente en moyenne 7 kg/ha/an. Le rôle de filtre joué par les houppiers explique les teneurs plus élevées pour les dépôts sous forêt avec 12,3 kg/ha/an. Les dépôts plus faibles de 2001 sont dus à une pluviosité plus réduite, car les concentrations restent dans la gamme des autres années.

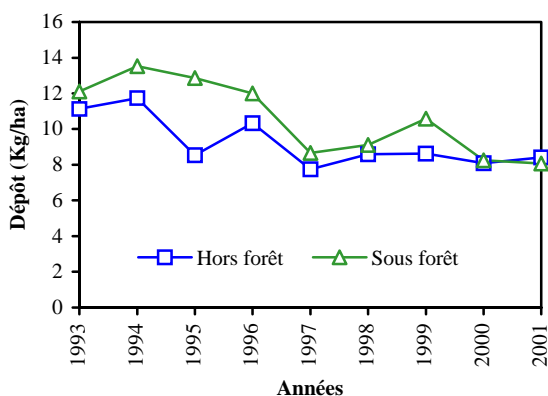
#### Moyenne des dépôts de 1993 à 2001

	Dépôts hors couvert	Dépôts sous couvert
Potassium (kg/ha/an)	1,3	19,9
Magnésium (kg/ha/an)	2	3,1
Chlorure (kg/ha/an)	24,9	30,9
Sodium (kg/ha/an)	15,1	15,8
Aluminium (g/ha/an)	-	100
Fer (g/ha/an)	-	31
Manganèse (g/ha/an)	-	381

L'**aluminium**, le **manganèse** et le **fer** (les plus faibles dépôts du réseau) sont exclusivement analysés dans les précipitations sous couvert forestier.

Les dépôts en **azote** sous forme d'ammonium ( $N-NH_4^+$ ) (essentiellement produit par l'élevage) sont supérieurs à ceux sous forme de nitrate ( $N-NO_3^-$ ) (essentiellement produit par les émissions automobiles) hors forêt ( $N-NH_4^+ = 5,9$  kg/ha/an,  $N-NO_3^- = 4,4$  kg/ha/an), mais ils sont inférieurs sous forêt ( $N-NH_4^+ = 4,1$  kg/ha/an,  $N-NO_3^- = 5$  kg/ha/an). Les dépôts des pluies hors forêt, d'azote minéral total<sup>8</sup> atteignent 10 kg/ha/an. Les dépôts sous forêt se réduisent à 9,4 kg/ha/an, ces valeurs sont des minimums car il faut ajouter l'ammonium absorbé par le feuillage. Ce phénomène d'absorption peut expliquer en partie les dépôts plus élevés hors forêt que sous forêt pour l'ammonium. Ces dépôts sous forêt sont apportés pour 60 % durant la période de végétation. Ils sont donc disponibles pour les végétaux et risquent moins d'être lessivés par le drainage. Les valeurs définissant les limites des dépôts azotés, au-dessus desquelles il existe des risques d'eutrophisation<sup>9</sup> ou de déséquilibre nutritif sont de 2,8 et 14 kg/ha/an, en fonction de la richesse des sols. Les apports mesurés en forêt d'Ance (9,4 kg/ha/an) sont compris dans cette gamme, il y a donc un risque d'eutrophisation.

#### Dépôts annuels en soufre de 1993 à 2001

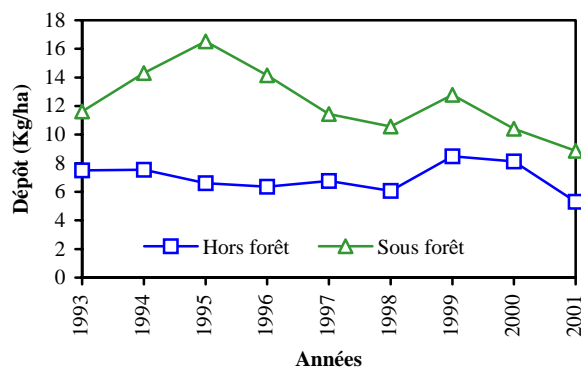


<sup>8</sup> azote sous forme ammoniacale + azote sous forme de nitrate

<sup>9</sup> enrichissement des milieux en éléments nutritifs (phosphate, nitrate, etc) pouvant entraîner un dysfonctionnement de l'écosystème en cas d'excès

<sup>10</sup> si ces charges sont dépassées, il y a un risque de dysfonctionnement dans les écosystèmes

#### Dépôts annuels en calcium de 1993 à 2001

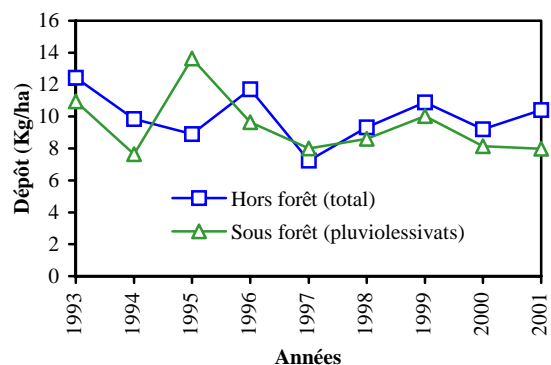


Les dépôts sous forêt de **potassium** et de **magnésium**, sont supérieurs à ceux hors forêt. Cet enrichissement est essentiellement dû au lessivage naturel du feuillage. Ce processus fait partie du cycle nutritif interne des arbres.

Les **chlorures** et le **sodium** proviennent surtout des apports marins. Le chlorure d'origine marine associé généralement au sodium ou au potassium n'a pas d'effet acidifiant. Par contre, s'il est émis seul (incinération de PVC par exemple) il se combine avec l'eau pour donner de l'acide chlorhydrique.

L'**aluminium**, le **manganèse** et le **fer** (les plus faibles

#### Dépôts annuels en azote de 1993 à 2001



Les dépôts de **soufre** sous forme de sulfate proviennent essentiellement de sources industrielles et contribuent à l'acidification des milieux. Il existe deux seuils, qui correspondent aux limites haute et basse des charges critiques<sup>10</sup> pour le soufre en France, selon la sensibilité de l'écosystème (3,2 kg/ha/an et 16 kg/ha/an). Les dépôts hors (9,2 kg/ha/an) et sous forêt (10,6 kg/ha/an) sont compris entre ces valeurs seuils. Il y a donc un risque d'acidification.

## 6. Les concentrations en ozone et en ammoniac dans l'air

Au sujet de l'**ozone**, il faut bien différencier celui contenu dans la stratosphère (entre 12 et 50 km d'altitude) et celui présent dans la troposphère (entre le sol et 12 km). La limite entre ces deux couches s'appelle la tropopause. Il y circule des vents violents qui limitent très fortement les échanges entre couches. L'ozone stratosphérique protège la vie sur la terre en filtrant une partie des rayons ultraviolets. L'ozone de la troposphère devrait être naturellement faible. Mais il s'en forme dans l'air chargé en polluants dit « primaires » tels que les oxydes d'azote qui sont produits par la combustion des carburants fossiles (automobiles, chauffage, etc) et les composés organiques volatils provenant des émissions naturelles et humaines (automobiles, raffineries, combustion des déchets, etc). Ces réactions sont actionnées par le rayonnement solaire. L'ozone a un effet néfaste sur la végétation car il peut causer des nécroses foliaires et entraîner des diminutions de croissance, même sans symptômes visibles.

Les concentrations d'ozone mesurées durant la période de végétation (mi-avril à mi-octobre) à l'aide de capteurs passifs, représentent en moyenne  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de 2000 à 2002 (calculé à partir de 13 périodes d'échantillonnage de 15 jours).

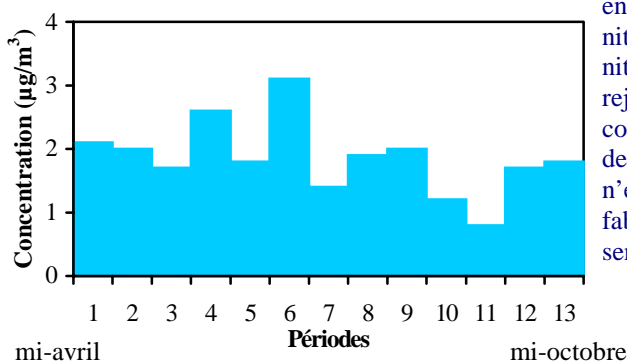
Aucun seuil sur 15 jours n'est disponible pour le moment. Mais il existe des seuils limites de toxicité pour la végétation qui s'approcheraient de  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 24 heures. Les moyennes sur 15 jours sont inférieures aux limites de toxicité pour la végétation pour 24 heures, il y a donc peu de risques.

En 2000, aucun symptôme lié à l'ozone n'a été repéré sur les feuilles de hêtre du peuplement.

Concentration d'ozone dans l'air durant la période de végétation



Concentration d'ammoniac dans l'air durant la période de végétation en 2002



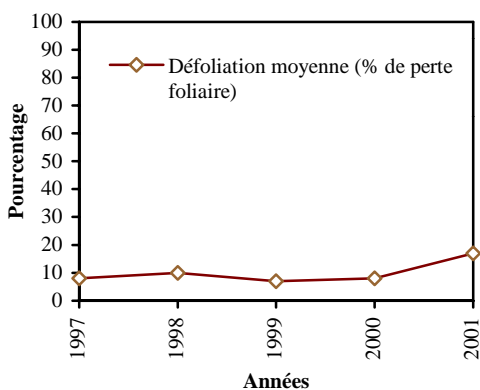
Les concentrations « habituelles » varient de 0 à  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nous sommes donc ici en présence de concentrations normales.

L'**ammoniac** ( $\text{NH}_3$ ) est un gaz volatil qui se forme à partir de l'urine et de la fermentation de la matière organique. Ce gaz entre dans le cycle de l'azote. Il est transformé dans les sols en nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), puis en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), sous l'action de bactéries. Ces nitrates sont des éléments nutritifs pour les végétaux. Toutefois le rejet de gros volumes de matières organiques fermentescibles, comme le lisier dans les zones d'élevage intensif, peut être la cause de pollutions des nappes phréatiques en nitrates. L'agriculture n'est pas la seule à produire de l'ammoniac. L'industrie (usines de fabrication d'engrais ...), les boues de stations d'épuration produisent aussi ce gaz.

Les concentrations d'ammoniac mesurées durant la période de végétation (mi-avril à mi-octobre) à l'aide de capteurs passifs, représentent en moyenne  $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2002 (calculé à partir de 13 périodes d'échantillonnage de 15 jours).

## 7. L'état sanitaire, la phénologie<sup>11</sup>, les chutes de litière et les teneurs foliaires en nutriments

Perte foliaire



Les défoliations observées sur les 36 arbres « observation » de 1997 à 2001 restent faibles ( $\leq 20\%$ ). Le charançon sauteur du hêtre (*Orchestes fagi*) et les chenilles de géométrides sont en partie à l'origine de ces défoliations.

Le charançon sauteur du hêtre possède des larves qui vivent en mineuses dans les feuilles et qui les consomment.

En avril les chenilles de géométrides pénètrent dans les bourgeons et dévorent partiellement l'intérieur, de mai à juin elles consomment le feuillage.

Quelques décolorations anormales ont été observées en 1997. L'antracnose (champignon) est probablement à l'origine de ces colorations.

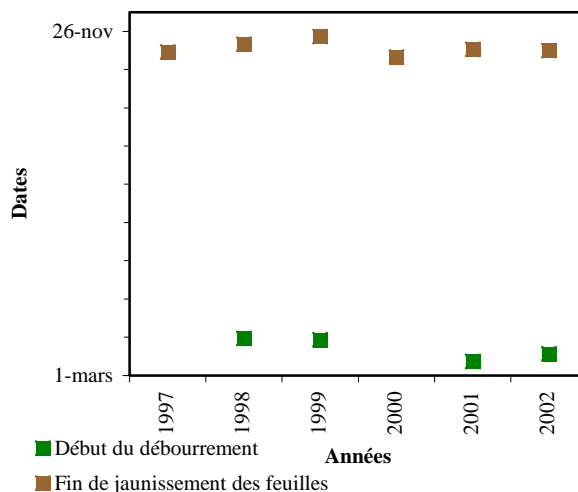
<sup>11</sup> = étude des phases de développement des plantes



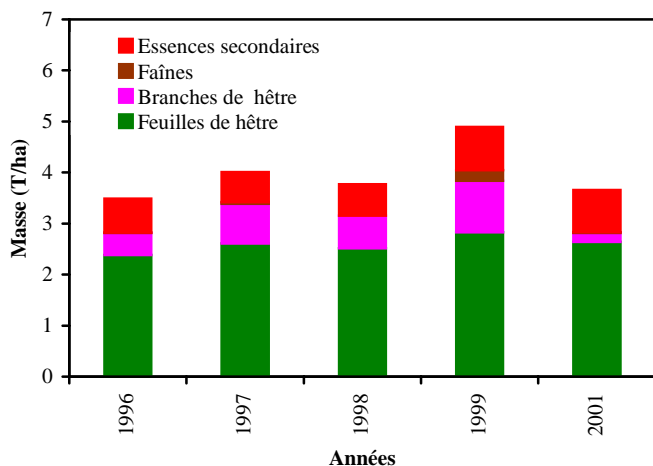
Les teneurs foliaires moyennes entre 1993 et 1997 en azote (26 mg/g) sont supérieures au seuil optimum. Celles du calcium (10,4 mg/g) sont proches du seuil optimum. Pour le potassium (7,5 mg/g), les teneurs se situent entre les seuils d'alimentation critique et optimal. Le phosphore (1 mg/g) et le magnésium (1,4 mg/g) sont proches du seuil critique. Pourtant les teneurs dans le sol sont élevées pour le magnésium. Enfin, le soufre (1,5 mg/g) est compris entre les seuils de carence et critique. Globalement ces teneurs foliaires sont stables dans le temps, sauf pour le magnésium où elles sont en diminution.

### Dates de débourrement et de jaunissement des feuilles

De 1998 à 2002, le débourrement du hêtre se déroule de la mi-mars à la fin mars. Le jaunissement du feuillage de 1997 à 2002 a eu lieu en novembre. L'activité végétative du hêtre est approximativement de 8 mois, elle varie au maximum de 14 jours (1999 = 231 j, 2001 = 245 j). Il s'agit de la plus longue activité des peuplements de hêtre du réseau.



### Retombées totales de litière



Les retombées totales de litière varient de 1996 à 2001 (2000 exclu) entre 3,5 t/ha et 4,9 t/ha. Les feuilles de hêtre représentent 2,4 à 2,8 t/ha, soit en moyenne 65 % des retombées totales. La masse restante est composée des branches de hêtre (0,2 t/ha à 1 t/ha), des fâines (0 kg/ha à 202 kg/ha) et des autres éléments (0,6 à 0,8 t/ha).

### Conclusion

Ce peuplement de hêtre se caractérise par une durée de végétation importante ( $\approx 8$  mois) en raison de conditions climatiques favorables.

Les apports en azote par les précipitations peuvent poser des problèmes d'eutrophisation du milieu, car c'est un élément facilement lessivable. Une partie de cet azote est absorbé durant la période de végétation, mais le reste risque d'être lessivé.

Le soufre, qui intervient dans les mécanismes d'acidification des sols a régulièrement diminué ces dernières années en raison de la baisse des émissions industrielles. Il pourrait, si la diminution continue, passer en dessous des charges critiques.

Actuellement le nombre d'années de suivi est encore trop faible pour évaluer une tendance réelle.

**Comment se situe la placette par rapport au reste du réseau ?**

Caractéristiques	Périodes	Unités	Placette d'Ance	Valeur minimum RENECOFOR	Valeur maximum RENECOFOR
<b>Végétation (hêtre)</b>	94-95				
Nombre d'espèces			59	8	93
<b>Stocks dans le sol (0-40cm)</b>	93-95				
Carbone organique		t/ha	69,9	7,8	188,9
Azote		t/ha	6,3	0,6	15,7
Calcium		kg/ha	3035	18	21085
<b>Pluviosité annuelle moyenne</b>	93-01	mm/an			
Hors forêt			1397	796	2597
Sous forêt			899	524	2273
<b>pH des précipitations</b>	93-01				
Totales hors forêt			5	4,8	5,8
Sous forêt			5,5	4,1	6,3
<b>Apport en calcium dans les précipitations</b>	93-01	kg/ha/an			
Totales hors forêt			7	3	14,9
Sous forêt			12,3	5,9	20,5
<b>Apport en azote dans les précipitations</b>	93-01	kg/ha/an			
Totales hors forêt			10	4	16
Sous forêt			9,4	0,9	22,7
<b>Apport en soufre dans les précipitations</b>	93-01	kg/ha/an			
Totales hors forêt			9,2	3,8	14,8
Sous forêt			10,6	4,3	30
<b>Concentration en ozone</b>		µg/m <sup>3</sup>			
	2000		66	42	92
	2001		70	43	88
	2002		68	45	87
<b>Concentration en ammoniac</b>		µg/m <sup>3</sup>			
	2002		1,9	0,5	4,2
<b>Teneurs foliaires (hêtre)</b>	93-97	mg/g			
Azote (N)			26	23,5	30,9
Potassium (K)			7,5	5,3	10,4
Phosphore (P)			1	0,9	1,7
Magnésium (Mg)			1,4	0,6	1,7
Soufre (S)			1,5	1,4	1,8
Calcium (Ca)			10,4	4	15,4