

LA PLACETTE D'OBSERVATION RENECOFOR EN FORÊT D'AITONE (PL 20)

Période d'observation 1992-2001

1. Situation de la placette

La placette PL 20 est située en Corse du sud, dans la forêt régionale d'Aitone, commune d'Evisa, en bas versant d'un terrain en pente (40 %) exposé au nord-ouest. Cette zone de montagne (1100 m d'altitude) appartient à la région IFN¹ Cinto-Rotondo (Cintu - Rotondu).

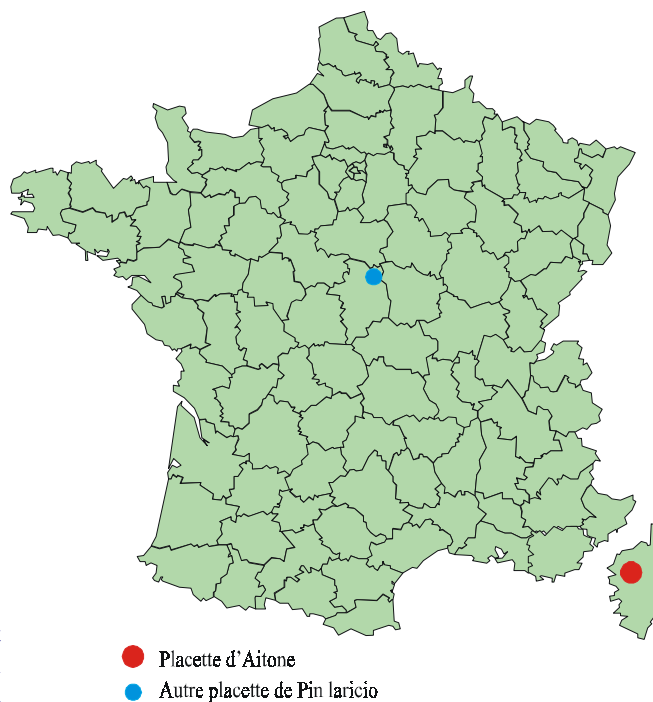
2. Description du peuplement

Le peuplement est composé essentiellement de pin laricio de corse (*Pinus nigra subsp laricio var corsicana*) mélangé à du sapin pectiné (*Abies alba*) et des feuillus divers. Cette futaie régulière âgée de 182 ans (âge moyen à 1,3 m du sol en 2002), est issue d'une régénération naturelle.

3. La station

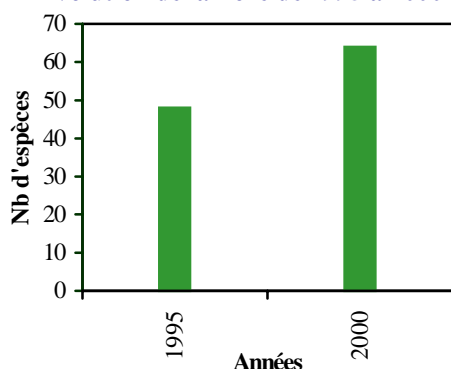
Du point de vue phytosociologique, le peuplement se rattache au *Galio-Pinetum laricii*. Le pin laricio de Corse est ici dans son aire naturelle. L'inventaire floristique réalisé en 1994/95 recense 48 espèces, celui de 2000, 63 espèces. La diversité floristique est fortement perturbée par les labours répétés des cochons semi-sauvages à l'extérieur de la placette centrale (engrillagée). Elle est tout de même plus riche que

l'autre placette de pin laricio, située dans le Loir-et-Cher (PL 41 = 31 espèces en 2000). Il faut noter la présence dans la strate herbacée de la limodore à feuilles avortées (*Limodorum abortivum*) qui tire ses nutriments de la matière organique en décomposition et de la luzule du piémont (*Luzula pedemontana*) qui est une espèce très rare, à préserver.

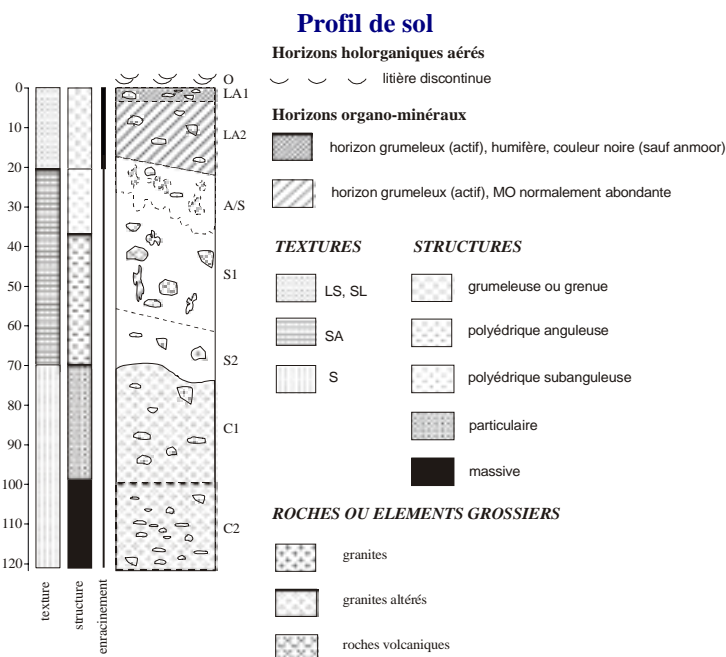


● Placette d'Aitone
● Autre placette de Pin laricio

Evolution de la flore de 1995 à 2000



Le substrat géologique se compose d'une arène granitique. Le sol se caractérise par une texture² sablo-limoneuse légèrement argileuse. La profondeur prospectable par les racines est conditionnée par celle de l'arène granitique compacte. Nous sommes en présence d'un sol brun acide brunifère (selon Duchaufour). La partie supérieure du sol étant fortement perturbée par les cochons, l'humus n'est pas stabilisé (forme actuelle = mésomull) et beaucoup de matière organique brute se trouve enfouie dans la partie supérieure du sol. Ceci explique certainement la valeur élevée du rapport carbone organique sur azote dans la couche 0-10 cm (C/N = 32). En 1995, les stocks en carbone organique dans la couche minérale (0-40 cm) étaient de 115 t/ha, ceux en azote de 4 t/ha, et ceux en calcium de 1,7 t/ha. Ces stocks sont nettement supérieurs à ceux de PL 41 (C = 35,6 t/ha, N = 1,9 t/ha, Ca = 0,1 t/ha).



¹ = division territoriale, si possible traditionnellement reconnue, où règnent des conditions similaires d'un point de vue forestier

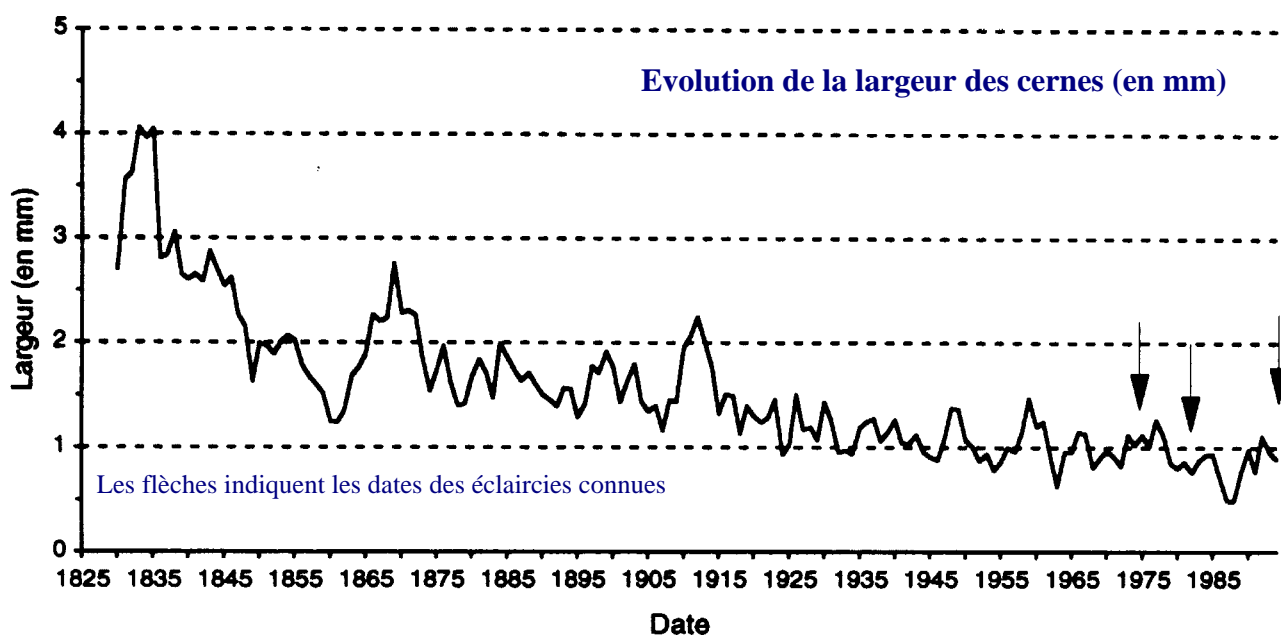
² = classement des particules de sol en fonction de leur taille

Les teneurs en bases échangeables³ sont élevées pour le calcium, le magnésium et le potassium. Cela malgré une capacité d'échange cationique⁴ (CEC) réduite. Cette faible capacité d'échange cationique est compensée par un bon taux de saturation⁵ (> 60 %). Ce sol possède des potentialités limitées mais bien utilisées.

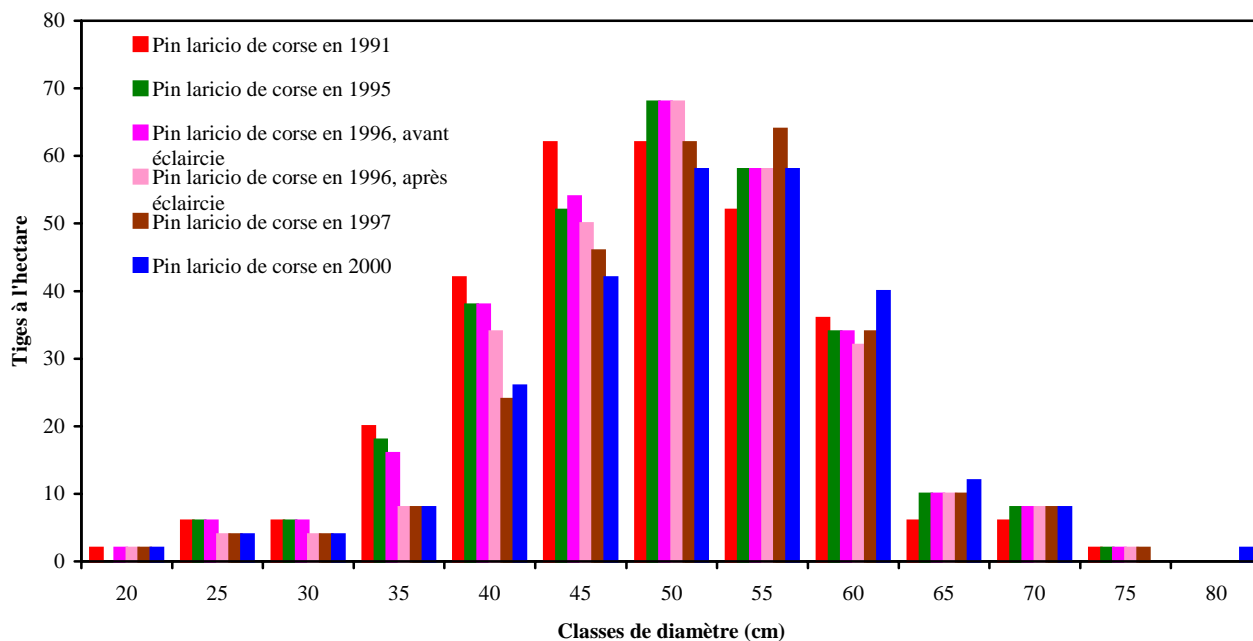
La réserve utile maximale, qui indique les possibilités de stockage du sol en eau disponible pour les plantes, est d'environ 110 mm pour une profondeur prospectée par les racines de 90 cm, ce qui représente des potentialités moyennes. En comparant cette réserve au déficit de pluviométrie d'Evisa pendant la période de végétation (environ 250 mm hors couvert), nous découvrons qu'il peut exister dans l'année une ou plusieurs périodes de stress hydrique pour la végétation. Cependant la bonne tolérance du pin laricio de Corse à la contrainte hydrique permet vraisemblablement à cette essence de supporter ces périodes sans dysfonctionnement majeur.

4. Le peuplement d'un point de vue sylvicole

Depuis son origine, le peuplement présente un accroissement radial moyen de 1,5 mm/an. On constate que le peuplement a connu une diminution de sa croissance depuis son origine, liée à l'effet de l'âge et/ou de l'absence de sylviculture. L'accroissement radial moyen de 1980 à 1994 est faible (0,8 mm/an).



Distribution des diamètres par essence en 1992, 1995, 1996, 1997 et en 2000



³ = quantité de cations basiques (Ca²⁺, Mg²⁺ et K⁺) contenus dans le sol

⁴ = capacité du sol à retenir des cations (Ca, Mg, K, H, AL, Mn)

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

En 1991, le peuplement possédait 300 tiges/ha de pin laricio. La surface terrière était de 58 m²/ha et le diamètre moyen s'élevait à 49 cm (calculé à partir de la surface terrière).

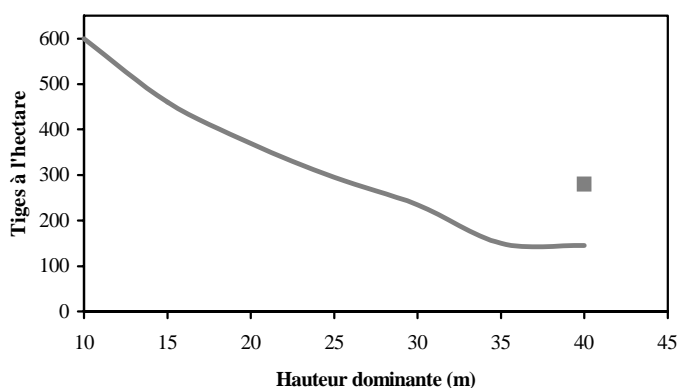
En 1995, le peuplement possédait dans sa globalité 310 tiges/ha (300 tiges/ha de pin laricio et 10 tiges/ha de sapin pectiné et de feuillus divers). Vu le faible nombre de tiges et le volume limité que représentent le sapin pectiné et les feuillus divers, ils n'apparaissent pas sur le graphique précédent. La surface terrière totale était de 60 m²/ha (59 m²/ha pour le pin laricio) et le diamètre moyen restait à 49 cm (50 cm pour le pin laricio).

En 1996, les données dendrométriques avant éclaircie étaient identiques à celles de 1995. Seule la répartition par classes de diamètre était légèrement différente, en raison de la croissance annuelle.

Après l'exploitation de 1996, la densité totale passe à 290 tiges/ha et celle du pin laricio à 280 tiges/ha (prélèvement de 20 tiges/ha soit ≈ 7 %, prélèvement faible). La surface terrière totale, et celle du pin laricio sont réduites à 57 m²/ha (prélèvement de ≈ 3 m²/ha soit ≈ 5 %). Le diamètre moyen de l'ensemble du peuplement augmente légèrement à 50 cm et celui du pin laricio passe à 51 cm. Cette exploitation a très peu modifiée le peuplement.

En 2000, le nombre total de tiges était de 280 tiges/ha et le pin laricio représentait 265 tiges/ha. La surface terrière du pin laricio était de 56 m²/ha et le diamètre moyen s'élevait à 52 cm. L'arbre moyen⁶ possédait un diamètre (Dg) de 52 cm et une hauteur (Hg) de 40 m. Nous obtenons un coefficient d'élancement (Hg/Dg) de 77 qui indique une bonne stabilité vis à vis des risques de chablis.

Comparaison avec le guide sylvicole

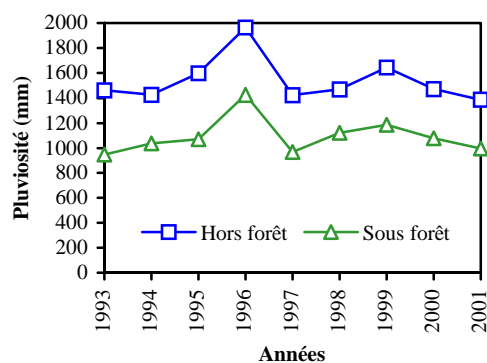


En comparant le peuplement ($Ho^7 = 40$ m et 280 tiges/ha) à la norme « C » du guide de sylviculture pour le pin laricio en Corse, nous observons que la densité est supérieure à la norme.

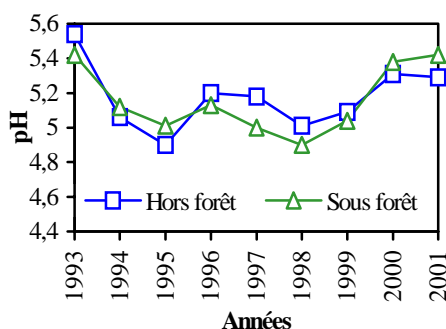
5. Les retombées atmosphériques entre 1993 et 2001

La **pluviosité** moyenne hors couvert forestier représente 1537 mm, celle sous couvert est de 1093 mm. Elles font partie des plus importantes du réseau. Les cimes des arbres jouent le rôle d'un filtre, en raison de leur surface réceptrice sur laquelle les faibles pluies sont captées et s'évaporent. L'interception moyenne des houppiers de ce peuplement avoisine les 30 %. L'année 1996 a été une année extrême, avec une pluviosité hors couvert forestier de 1962 mm et 1425 mm sous forêt. La répartition annuelle des précipitations, montre une période sèche s'étalant sur trois ou quatre mois (juin à septembre), accompagnée de périodes fortement pluvieuses le reste de l'année. Ce régime hydrique convient parfaitement au pin laricio qui exige une forte pluviosité (800 à 1200 mm/an), mais qui supporte aussi très bien la sécheresse estivale.

Pluviométrie hors et sous couvert forestier de 1993 à 2001



Evolution du pH de 1993 à 2001



En absence de toute pollution, l'eau de pluie a un **pH** proche de 5,5. Les différents pH mesurés dans les précipitations sont légèrement acides. Dans les précipitations proprement dites⁸ hors couvert forestier, il s'élève en moyenne à 5 (1993 et 2000 exclus). Dans les précipitations totales⁹ hors et sous couvert forestier, il passe à 5,2. Cette augmentation est due au fait que l'eau s'enrichit d'ions de nature basique au contact des houppiers. Les pH hors et sous forêt ont une évolution comparable dans le temps.

⁶ = arbre qui possède la surface terrière moyenne

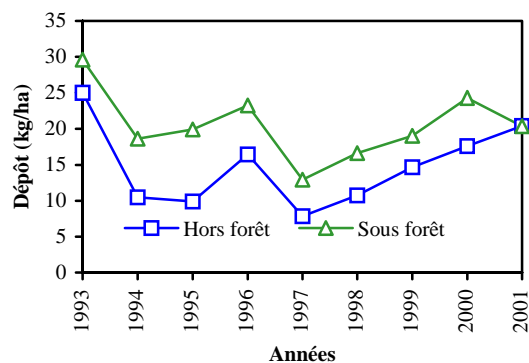
⁷ = hauteur moyenne des 100 plus gros arbres sur un hectare

⁸ = eau de pluie sans les dépôts secs (poussières, etc)

⁹ = pluies proprement dites et dépôts secs (poussières, etc)

Parmi les cations basiques, le **calcium** est l'élément phare, car il est prépondérant dans la majorité des sols forestiers et joue un rôle essentiel dans leur capacité à compenser l'acidification. Son apport par les précipitations est donc un grand avantage. L'apport en calcium dans les précipitations proprement dites hors forêt représente en moyenne 9,2 kg/ha/an (les plus forts dépôts du réseau) (1993 et 2000 exclus). Les dépôts totaux hors forêt s'enrichissent des retombées sèches pour atteindre en moyenne 14,8 kg/ha/an (les deuxièmes plus forts dépôts du réseau après SP 05 (Hautes Alpes). Le rôle de filtre joué par les houppiers explique les teneurs plus élevées pour les dépôts sous forêt avec 20,5 kg/ha/an (les plus forts dépôts du réseau). Les forts dépôts de 1993 sont dus aux concentrations plus élevées que d'habitude dans les précipitations hors (1,7 mg/l) et sous couvert forestier (3,1 mg/l). Par contre ceux de 1996 sont dus à la forte pluviosité, car les concentrations sont plus faibles (0,8 mg/l) hors forêt et (1,6 mg/l) sous couvert forestier.

Dépôts annuels en calcium de 1993 à 2001



Moyenne des Dépôts de 1993 à 2001

	Dépôts hors couvert	Dépôts sous couvert
Potassium (kg/ha/an)	3,6	12,8
Magnésium (kg/ha/an)	6,2	9,5
Chlorure (kg/ha/an)	77,4	112,1
Sodium (kg/ha/an)	44,3	63,9
Aluminium (g/ha/an)	-	81
Fer (g/ha/an)	-	637
Manganèse (g/ha/an)	-	415

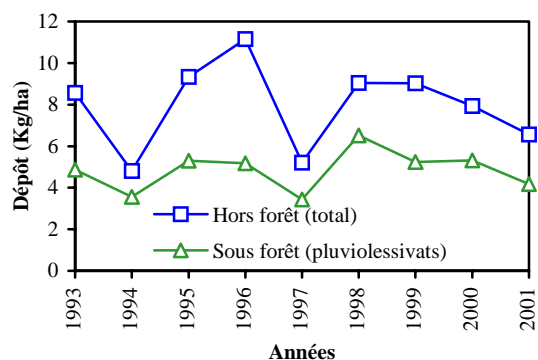
Les dépôts hors forêt de **potassium** sont les plus élevés du réseau, mais ceux sous forêt sont les troisièmes plus faibles après PM 17 (Ile d'Oléron) et PM 72 (Sarthe). Pour le **magnésium** les dépôts hors forêt sont les deuxièmes plus importants du réseau après PM 85 (Vendée), ceux sous forêt sont les troisièmes plus forts après PM 85 et PM 17. Les apports sous forêt de ces deux éléments 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 teneurs en **chlorures** et **sodium** sous forêt sont les troisièmes plus fortes du réseau après PM 85 et PM 17. Celles hors couvert sont les deuxièmes plus élevées après PM 85. Ces deux éléments proviennent surtout des apports marins. Cela explique les dépôts très élevés à Aitone. 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** (deuxième plus élevé du réseau après PS 76 en Seine-Maritime) (émission automobile et érosion des roches granitiques supposées responsables), le **manganèse** et le **fer** 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) dans les précipitations totales hors forêt ($N-NH_4^+ = 4,1$ kg/ha/an, $N-NO_3^- = 3,9$ kg/ha/an), mais ils sont inférieurs dans les précipitations proprement dites hors forêt ($N-NH_4^+ = 3$ kg/ha/an, $N-NO_3^- = 3,6$ kg/ha/an (1993 et 2001 exclus) et dans les précipitations sous forêt ($N-NH_4^+ = 0,9$ kg/ha/an, $N-NO_3^- = 4$ kg/ha/an). Les dépôts des pluies proprement dites hors forêt d'azote minéral total¹⁰ atteignent 6,5 kg/ha/an (1993 et 2000 exclus) et les dépôts totaux¹⁰ hors forêt représentent 8 kg/ha/an. Les dépôts sous forêt se réduisent à 4,8 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 50 % durant la période de végétation. Ils sont donc disponibles pour les végétaux et risquent moins d'être lessivés par le drainage. De grandes variations interannuelles existent sous forêt en raison de la pluviosité (4,8 kg/ha/an en 1994 et 11,2 kg/ha/an en 1996), elles sont moindres hors forêt. Les valeurs définissant les limites des dépôts azotés, au-dessus desquelles il existe des risques d'eutrophisation¹¹ 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'Aitone (4,8 kg/ha/an) sont compris dans cette gamme, il y a donc un risque d'eutrophisation.

Dépôts annuels en azote de 1993 à 2001



¹⁰ azote sous forme d'ammoniac + azote sous forme de nitrate

¹¹ enrichissement des milieux en éléments nutritifs (phosphate, nitrate, etc) pouvant entraîner un dysfonctionnement de l'écosystème en cas d'excès

Les dépôts de **soufre** sous forme de sulfate proviennent essentiellement de sources industrielles. Ils contribuent à l'acidification des milieux. Il existe deux seuils, qui correspondent aux limites basse et haute des charges critiques¹² pour le soufre en France, selon la sensibilité de l'écosystème (3,2 kg/ha/an et 16 kg/ha/an). Les dépôts hors (9,8 kg/ha/an) et sous forêt (12,1 kg/ha/an) sont compris entre ces valeurs seuils. Il y a donc un risque d'acidification.

6. Les concentrations en ozone

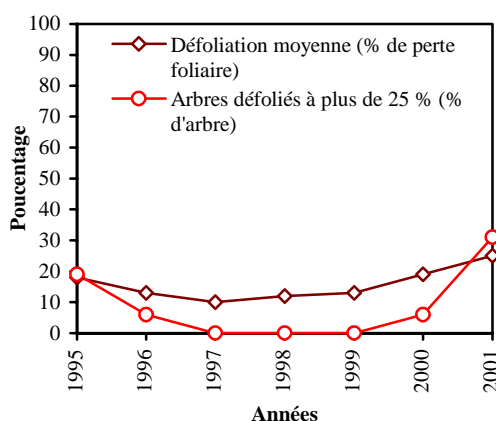
Au sujet de l'**ozone**, il faut bien différencier celui contenu dans la stratosphère (entre 12 et 50 km d'altitude) et celui présent dans la troposphère (entre le sol et 12 km). La limite entre ces deux couches s'appelle la tropopause. Il y circule des vents violents limitant très fortement les échanges 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 86 µg/m³ en 2000 et 82 µg/m³ en 2001 (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, selon le conseil européen, sont de 200 µg/m³ en moyenne sur 1 heure et de 65 µg/m³ en moyenne sur 24 heures. Les moyennes sur 15 jours sont supérieures aux limites de toxicité pour la végétation pour 24 heures, il y a donc des risques. En 2000, des symptômes d'attaque d'ozone ont été repérés, lors d'observations microscopiques de coupes d'aiguilles de pin laricio.

7. L'état sanitaire, la phénologie¹³, les chutes de litière et les teneurs foliaires en nutriments

Perte foliaire



Les défoliations observées sur les 36 arbres « observations » de 1995 à 2001 varient de 10 à 25 %. Aucune coloration anormale n'a été observée sur cette même période. Localement de nombreux arbres sèchent en tête sans autre forme de symptômes.

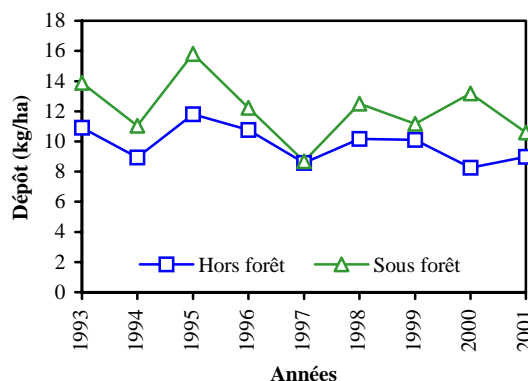
A partir de 1998, le gui a été observé dans les houppiers. Les suçoirs de cet hémiparasite s'insèrent au travers de l'écorce dans l'aubier du tronc et des branches. Grâce à ses organes de fixation et de succion, le gui puise l'eau et les sels minéraux nécessaires à son développement dans la sève de l'hôte, assurant sa propre assimilation en carbone par photosynthèse. Des cordons sous-corticaux permettent la multiplication végétative de la plante pour sa colonisation de l'hôte. Le gui entraîne une déformation des tissus ligneux, une diminution de la croissance et une baisse de la fructification de l'arbre infecté. Cette réduction de la vigueur peut favoriser les attaques d'autres ravageurs et augmenter la sensibilité au vent ou aux fortes chutes de neige. En cas de fort développement, cela peut déboucher sur la mort progressive de l'arbre.

Avec des stocks élevés dans le sol, les teneurs foliaires (entre 1993 et 1997) en calcium (2,9 mg/g), en potassium (6,3 mg/g) et en magnésium (1,4 mg/g) sont supérieures ou proches du seuil optimal. Le phosphore (1,2 mg/g), malgré ses faibles teneurs dans le sol est tout de même supérieur au seuil optimal. Pour ce qui est de l'azote (11,7 mg/g), les teneurs se situent entre les seuils d'alimentation critique et optimal. Enfin, le soufre (0,8 mg/g) reste entre les seuils de carence et critique. Toutes ces teneurs restent stables dans le temps.

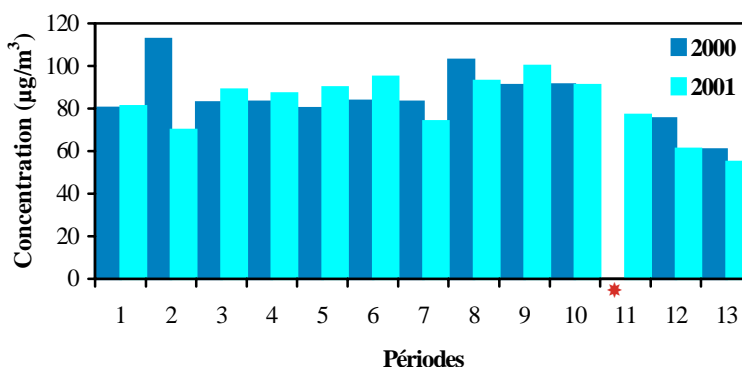
¹² si ces charges sont dépassées, il y a un risque de dysfonctionnement dans les écosystèmes

¹³ étude des phases de développement des plantes

Dépôts annuels en soufre de 1993 à 2001

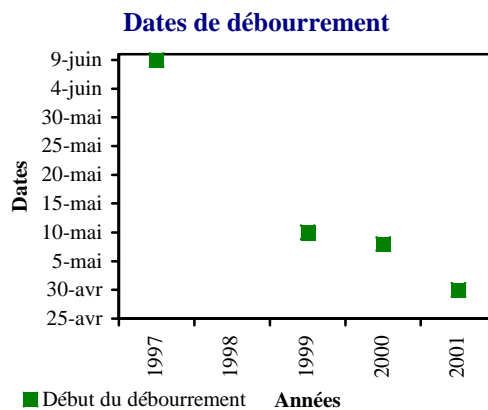
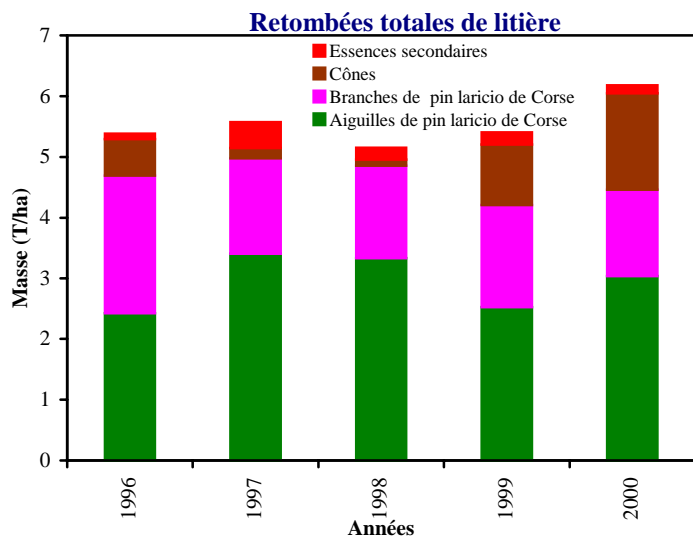


Concentration de l'ozone dans l'air durant la période de végétation



* Valeur manquante

De 1999 à 2001, le débourrement des pins laricio se déroule début mai. En 1997, l'ouverture des bourgeons n'a eu lieu que début juin.



Les retombées totales de litières de 1996 à 2000 varient de 5,2 t/ha à 6,2 t/ha. Les aiguilles de pin laricio représentent 2,4 à 3,4 t/ha. La masse restante est composée des branches de pin laricio (1,4 à 2,3 t/ha), des cônes (98 kg/ha à 1,6 t/ha) et des éléments des essences secondaires (86 kg/ha à 424 kg/ha). Le feuillage du pin laricio compose en moyenne plus de 50 % des retombées totales.

Conclusion

Le pin laricio de Corse est ici dans son aire naturelle sur une station qui lui convient parfaitement. Il faut continuer de suivre attentivement les colorations anormales, afin de surveiller l'influence des fortes concentrations d'ozone durant la période de végétation.

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 le lessivage. Le soufre, qui intervient dans les mécanismes d'acidification des sols, est encore présent en quantité trop importante dans les pluies. En raison de la baisse des émissions industrielles, les dépôts soufrés devraient dans l'avenir continuer à diminuer. Mais comment les sols réagiront-ils aux excès présents et passés ?

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'Aitone	Valeur minimum RENECOFOR	Valeur maximum RENECOFOR
Végétation (pin laricio)					
			01		
Nombre d'espèces			63	31	63
Stocks dans le sol (0-40cm)					
		93-95			
Carbone organique			t/ha	115	7,8
Azote			t/ha	4	0,6
Calcium			kg/ha	1743	188,9
Calcium				18,1	15,7
Calcium					21085
Pluviosité moyenne					
		93-01	mm		
Hors forêt			1537	796	2597
Sous forêt			1093	524	2273
pH des précipitations					
		93-01			
Proprement dites hors forêt			5	4,8	5,4
Totales hors forêt			5,2	4,8	5,8
Sous forêt			5,2	4,1	6,3
Apport en calcium dans les précipitations					
		93-01	kg/ha/an		
Proprement dites hors forêt			9,6	2	9,6
Totales hors forêt			14,8	3	14,9
Sous forêt			20,5	5,9	20,5
Apport en azote dans les précipitations					
		93-01	kg/ha/an		
Proprement dites hors forêt			6,5	5,2	9,0
Totales hors forêt			8,0	4,0	16,0
Sous forêt			4,8	0,9	22,7
Apport en soufre dans les précipitations					
		93-01	kg/ha/an		
Proprement dites hors forêt			8,9	3,2	8,9
Totales hors forêt			9,8	3,8	14,8
Sous forêt			12,1	4,3	30
Concentration en ozone					
			µg/m ³		
2000			86	42	92
2001			82	43	88
Teneurs foliaires					
		93-97	mg/g ms	Placette d'Aitone	Placette de Lamotte-Beuvron
Azote (N)			11,7	12,5	
Potassium (K)			6,3	5,4	
Phosphore (P)			1,2	1,2	
Magnésium (Mg)			1,4	0,9	
Soufre (S)			0,8	0,8	
Calcium (Ca)			2,9	2,8	