



HAL
open science

Fontainebleau : potentialités et fragilité du substrat. Choix des essences opportunes

Anne-Marie Robin, Maurice Bonneau

► To cite this version:

Anne-Marie Robin, Maurice Bonneau. Fontainebleau : potentialités et fragilité du substrat. Choix des essences opportunes. *Revue forestière française*, 1996, 48 (2), pp.109-119. <10.4267/2042/26814>. <hal-03444438>

HAL Id: hal-03444438

<https://hal.science/hal-03444438v1>

Submitted on 23 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

biologie et forêt

FONTAINEBLEAU : POTENTIALITÉS ET FRAGILITÉ DU SUBSTRAT. CHOIX DES ESSENCES OPPORTUNES

Anne-Marie ROBIN - M. BONNEAU

À partir d'un catalogue détaillé des principales stations forestières de la forêt de Fontainebleau (Robin, 1993), un premier article de synthèse ⁽¹⁾, présentant la description du milieu naturel, en particulier celle des sédiments et des sols, amenait à considérer les principaux facteurs de la croissance des arbres. Le rôle restreint de la végétation oriente vers des caractères diagnostiques nécessairement pédologiques : la clef de détermination des stations forestières rappelle effectivement, à Fontainebleau, la primordialité du substrat.

Ici, nous présentons les principaux ensembles écologiques du massif, en rappelant l'origine des potentialités du substrat, et nous indiquons les critères de choix des essences forestières. Ces suggestions, qui sont proposées aux gestionnaires de la forêt chargés d'élaborer son aménagement, reposent sur :

- la connaissance pédologique des stations ;
- les connaissances générales sur l'adaptabilité des espèces forestières aux différents milieux ;
- les constatations faites, au cours de l'établissement du catalogue, de la plus ou moins bonne réussite des grandes essences sur les différents sols de la forêt : la nature reste le meilleur témoin intégrant tous les facteurs ;
- la conviction que les sols de Fontainebleau (tous ceux qui sont sur matériau sableux) sont fragiles et que le choix des essences principales doit ne pas entraîner de risque de dégradation du sol, mais au contraire contribuer si possible à l'améliorer, notamment par des essences associées ;

(1) Cf. article de Anne-Marie ROBIN. — Fontainebleau : où les stations forestières rappellent la primordialité du substrat. — *Revue forestière française*, n° 6, 1995, pp. 628-645.

— le souci de recourir, dans la grande majorité du massif, à des essences indigènes ou introduites à Fontainebleau depuis longtemps (exception faite des quelques espèces d'accompagnement) et de maintenir la biodiversité qui existe, en cherchant un équilibre entre souci écologique et préoccupations économiques.

La présentation la plus simple qui fut adoptée pour le catalogue est basée sur un regroupement en zones géographiques, elles-mêmes liées à la géologie et à la topographie. Par ailleurs, la clef de détermination des stations étant pédologique, les cinq caractères diagnostiques retenus (présence et niveau d'apparition de l'effervescence, texture des sédiments, épaisseur des sols, humus, présence éventuelle de concrétions) permettent de structurer les différenciations pour les grands ensembles écologiques, et pour les niveaux successifs de distinction, jusqu'aux stations elles-mêmes.

LES GRANDS ENSEMBLES ÉCOLOGIQUES DU MASSIF DE FONTAINEBLEAU

Nous avons distingué huit grands ensembles :

1) **Les dépôts minces ou peu épais de sables soufflés sur les monts-plateaux de calcaire d'Étampes ou sur les hauts de pente** présentent des sols riches en calcium qui se différencient par la présence ou l'absence de calcaire dans la terre fine, par l'épaisseur, puis la texture : 15 à 30 % d'argiles apportent parfois une richesse chimique en éléments autres que le calcium et une petite réserve en eau utile. Cependant, certains sols sont de texture plus typiquement sableuse, et alors très secs. Ils sont distribués irrégulièrement en mosaïque sur les bords de plateaux (figure 1, ci-dessous).

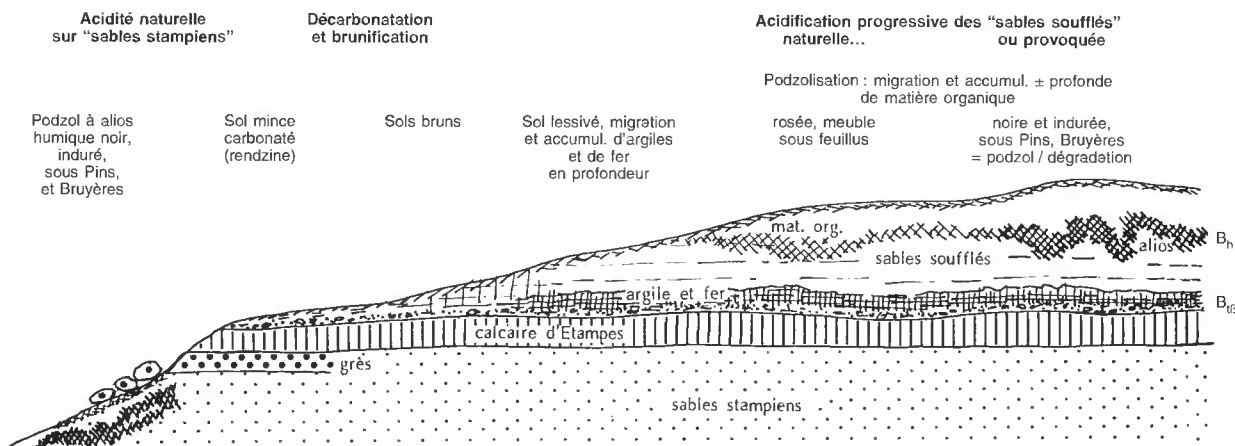


Figure 1

2) **Les dépôts ± épais de sables ± limoneux soufflés sur les monts-plateaux de calcaire d'Étampes ou sur les pentes** ont donné naissance à des sols au moins lessivés, parfois polyphasés avec podzolisation surimposée (figure 1). La distinction des stations se fait par la texture conjuguée à l'épaisseur des sables soufflés. La potentialité varie avec la réserve en eau utile ($RU = 90$ à 300 mm), selon la richesse en particules fines et l'épaisseur de sol (parfois plusieurs mètres). La taille possible des arbres — 25 à 35 m voire plus — atteint son maximum lorsqu'il y a redoublement en profondeur d'horizons de type Bt.

3) **Les exceptions et cas particuliers sur sables soufflés sur plateaux ou platières** sont des cas complexes issus des aléas quaternaires. Épaisseur, texture, présence éventuelle de calcaire en profondeur et/ou acidité d'une surface podzolisée sont les principaux facteurs de différenciation :

— **Les sables stampiens purs de certaines pentes** avec chaos de grès : particulièrement pauvres, ils offrent un paysage tout à fait particulier, typique de Fontainebleau.

— **Les pentes à recouvrement soufflé** : selon la texture de leurs sables et la présence éventuelle de lentilles calcaires (situées entre les stampiens et la couverture soufflée), ces pentes reproduisent plus ou moins le cas des plateaux.

4) **Les dépôts sableux, d'épaisseur très variable, soufflés dans les plaines** sont aussi très comparables à ceux des plateaux. Aux dépôts minces correspondent des sols bruns acides ou calcimagnésiques (l'effervescence est le premier caractère diagnostique). Les sols plus épais sont lessivés avec fréquente podzolisation surimposée : l'épaisseur et la texture déterminent les performances différentes en sylviculture.

5) **La succession de la terrasse Fv du Nord-Nord-Est de la forêt et des affleurements de calcaire de Brie, marnes vertes, marnes de Pantin...** présente de nombreux types de stations qui se différencient par la charge limoneuse ou argileuse des sables, l'hydromorphie (pseudogleys ou gleys liés à la nappe de Brie), enfin par une éventuelle présence de calcaire actif et par la végétation.

6) **La succession des terrasses du Nord-Nord-Est de la forêt et des affleurements... de calcaire de Champigny** se distingue de la succession précédente par le fait que les sols des terrasses Fw, Fx, Fy sont presque toujours caillouteux. Sauf proximité de la nappe de Brie, les stations des terrasses Fw, Fx sont sèches. La basse terrasse Fy est calcaire, de même que les sols colluviaux sur calcaire de Champigny.

7) **La terrasse ancienne Fv du Nord-Nord-Ouest de la forêt** présente des sols où les facteurs déterminants sont le degré d'hydromorphie et la présence d'un obstacle rocheux ou la variabilité de la charge en cailloux.

8) **La zone basse à l'entour de la Mare aux Évées** est régie par la présence plus ou moins proche de la nappe de Brie, et par la perturbation anthropique.

Dans le catalogue complet, des planches synoptiques présentent chacun des secteurs géographiques et ses principaux types de stations, avec :

- en haut de la fiche (pour certaines fiches au moins) un rappel des matériaux ;
- puis des indications sur la nature des sols, leur texture, leur pH, leur épaisseur et la réserve en eau utile estimée ;
- en italique, des numéros qui permettent de se reporter dans le catalogue aux descriptions détaillées des types de stations ;
- une suggestion des principales essences adaptées à la station (ligne supérieure) puis, dans les lignes suivantes, des essences d'accompagnement en mélange ou en sous-étage dans un but d'amélioration du sol ou de valorisation de la station (fruitiers), ou encore des essences de substitution possibles dans les cas difficiles (Cèdre, Pin laricio) ;
- enfin la hauteur des essences principales actuelles dans les peuplements âgés, telles qu'elles ont été constatées au cours de la prospection.

Le présent article reproduit les deux planches correspondant aux deux premiers ensembles écologiques (pp. 112-113). Pour les autres secteurs, le lecteur pourra consulter le catalogue (371 pages, 52 planches couleur) accessible à l'Office national des Forêts (ONF), à l'Institut national de la Recherche agronomique (INRA), à l'Académie d'Agriculture et à la Bibliothèque nationale.

Planche 1
DÉPÔTS MINCES DU PEU ÉPAIS DE SABLES SOUFFLÉS
SUR LES MONTS-PLATEAUX DE CALCAIRE D'ÉTAMPES OU SUR LES HAUTS DE PENTE

PH = 8 C/N 10 à 12 Rendzine Sol totalement effervescent très sec et très mince	pH 8 à 7 C/N 12 à 16	pH ≈ 5,5 C/N 16 à 18	pH 4,5 à 4	Sols calcimagnésiques Rendzine ou Brun calcaire ou Brun calcaïque Effervescence entre 0 et 30 cm Épaisseur sol < 45 cm	Sols bruns Brun méso Sans effervescence avant le IIC Sol de teinte uniforme (B) Épaisseur sol 40 à 75 cm	Brun oligo à Brun lessivé Appar. horizon B ocre en prof. Épaisseur sol 45 à 75 cm	RU 70 à 100 sable argileux argile ou sable argileux 130-160 90-110 120-150 100-120 140-170 sable < 80 609,7 & 8 152,7 270.BL	total fines > 20 % arg. = 15 à 20 % lim. = 8 à 20 % total fines 15 % a. ≈ 10 % l. ≈ 5 % total fines > 20 % total fines 15 % a. ≈ 10 % a. = 10 % l. = 15 à 20 % l. = 5 % sable limoneux sable 70 à 90-100	609,4 157,5 643,4 152,8 683,2 567,1 680,2 157,6 566,1	674,1 666,1 628,2	Hêtre Érable champêtre Cèdre ou Pin laricio Auline Corse 15 à 20 m	Hêtre ou Chêne sessile selon prof. calc. 20 à 25 m	Hêtre + Chêne sessile frutiers Merisier Polirier 20 à 25 m	Chêne sessile + Hêtre Charme Érable champêtre Merisier 25 à 30 m	Chêne sessile à sa limite et Cèdre ou laricio ou Auline Corse ≤ 18 m	Chêne sessile Charme Hêtre Chêne pubescent Pin laricio Bouleaux Aulnes 25 à 30 m 20 m
	Réserve biologique Taille possible	Essences adaptées														

Planche II
DÉPÔTS ± ÉPAIS DE SABLES ± LIMONEUX SOUFFLÉS
SUR LES MONTS-PLATEAUX DE CALCAIRE D'ÉTAMPES OU SUR LES PENTES

Mull méso à moder	Mull méso à moder	Mull oligo à dysmoder	Moder à Mor
pH \approx 4 C/N 16-18 à 20		pH 4 à 3,6 C/N 18-20 à 28	
Sols lessivés acides		Podzolisation surimposée aux sols lessivés	
		néopzl ocrepzl	Podzol ou induré à Bh meuble
Sables limoneux (15 à 30 % de limons et argiles)		Sables (5 à 15 % de limons et argiles)	
arg. 5 à 10 % ds horizons autres que Bt lim. 10 à 20 %		arg. 1 à 8 % ds horizons autres que Bt lim. 5 à 8 % - toujours < 10 %	
épaisseur 45 à 110 cm	épaisseur > 110 cm	épais. < 90 cm	épais. > 90 cm
RU 130 à 150	280 à 300	70 à 90	160 à 190
684,1 636,4 270.L	83,1	602,4 270.op 269,1 722.Tr	270.Pzm 158,1
Essences adaptées			
Chêne sessile + Hêtre	Chêne sessile + Hêtre	Chêne sessile + Hêtre	Chêne sessile + Hêtre
Charme			(Châtaignier) (Chêne rouge)
espèces amélior.			Auline blanc
Taille possible 25 à 30-35 m	> 35 m	25 à 30 m	28 à 30-35 m

POTENTIALITÉS... MAIS FRAGILITÉ DU SUBSTRAT

La surface des terrasses est très restreinte ; les plateaux, platières et les plaines représentent presque toute la forêt, et les potentialités de leurs stations proviennent de :

— la **possibilité de recharge en calcium** grâce à la présence en profondeur du calcaire d'Étampes sur les plateaux, du calcaire de Brie en plaine ;

— la **charge en fines** (argiles et limons) du matériau sableux soufflé. Cette charge a un rôle sur le plan quantitatif : 10, 20 ou 30 % n'ont pas le même effet pour la texture, la structure, et la retenue de l'eau. Plus la quantité de fines est grande, meilleure est la station. Mais la charge a aussi un rôle sur le plan qualitatif, puisque la richesse en ions variés, en provenance des argiles ferromagnésiennes (issues de l'altération des calcaires et reprises par le vent), apporte un avantage très important à sauvegarder ;

— l'**épaisseur de sédiment soufflé** qui permet un enracinement d'autant meilleur qu'elle est forte — et surtout une réserve en eau plus importante en particulier s'il y a redoublement d'horizons Bt sablo-argileux. Cette réserve est très nécessaire à Fontainebleau pour ces sols sableux... évidemment secs.

Les sables soufflés représentent donc presque toujours "la" richesse du substrat — par opposition aux sables stampiens à teneur en fines (limons + argiles) < 5 % et sans ferromagnésiens.

Cependant, cette richesse des sables soufflés est fragile (Robin, 1984, 1990) : en effet, dès que les sols ont 60-70 cm d'épaisseur, ils sont lessivés et leur pH de surface presque toujours inférieur à 4,5 oriente leur pédogenèse vers la podzolisation. L'acidification s'accroît et l'appauvrissement des sols s'intensifie (Bonneau, 1979).

● La réelle "fragilité chimique" de ces sables soufflés ne rend que plus aggravante l'influence de certaines espèces végétales acidifiantes telles que les conifères à C/N élevé : l'accompagnement par des essences fixatrices d'azote n'en est que plus souhaitable (voir p. 115). Par ailleurs, la pauvreté générale en phosphore (P_2O_5 assimilable presque toujours < 0,08 ‰) et même la pauvreté en calcium (lorsque les sables soufflés sont épais) nécessiteraient des apports, en quantité modérée, de phosphates naturels.

● La "fragilité physique" provient de la texture très sableuse et de la mauvaise qualité de la structure qui exige une attention certaine pour le choix des travaux du sol :

— Pour la préparation des régénérations, naturelles ou artificielles, il faut s'efforcer de conserver en surface un taux suffisant de matière organique qui favorise la structuration des horizons supérieurs et pour cela : préférer un scarifiage (cultivateur à dents) à un retournement qui enfouit la matière organique (sauf si l'enherbement est dense) et maintenir sur le sol les rémanents, éventuellement après broyage.

La constitution d'andains est à éviter : elle génère le maximum de matière organique là où il n'y aura pas d'arbres et en prive les espaces où croîtront les jeunes plants ou semis ; elle s'accompagne souvent du scalpage plus ou moins important de l'horizon A_1 . De même, le brûlage des rémanents est fortement déconseillé : il fait perdre carbone et azote dans ces sols où la structure est sous la dépendance de la matière organique et où les types d'humus peu favorables entraînent souvent une limitation de l'alimentation azotée.

— À l'occasion des exploitations, c'est le tassement du sol par les engins de débardage qui est à craindre du fait de son influence négative sur l'enracinement superficiel. Le tirage des grumes à partir de lignes de cloisonnement est à conseiller. Les sols hydromorphes du Nord-Ouest de la forêt sont de ce point de vue particulièrement fragiles.

CHOIX DES ESSENCES

Intérêt d'essences d'accompagnement

On rappellera tout d'abord que certaines espèces (Pin sylvestre, Pin laricio) exercent un rôle défavorable sur le sol par leur litière difficilement décomposable à cause de leur C/N élevé et de leur richesse en certains types de tanins qui ralentissent la minéralisation de l'azote (Handley, 1961 ; Schvartz, 1975 in Duchaufour, 1977) et peuvent engendrer des humus de type dysmoder : ils accélèrent ainsi la podzolisation dans ces milieux fragiles de Fontainebleau, pauvres en calcium, en fer, et ils l'accroissent en donnant un Bh noir et induré.

Les grandes essences feuillues (Hêtre, Chêne) ont une litière de meilleure qualité ; elles engendrent, dans les meilleurs cas, des mull oligotrophes (cas des sables soufflés) mais, sur les sols pauvres (sables stampiens), elles peuvent donner naissance à des moder ou même à des dysmoder.

Cette dégradation des humus peut être tempérée par le mélange avec des espèces améliorantes (Tilleul, Charme, Érable sycomore, Frêne, Fruitiers, Alisier torminal, Bouleau). La culture d'essences précieuses telles que le Frêne, le Merisier, l'Alisier torminal peut même s'envisager sur certains des meilleurs sols. Dans les conditions plus habituelles, il serait souhaitable d'introduire les espèces améliorantes le plus souvent possible dans les peuplements (l'effet esthétique peut aussi avoir son intérêt) et de les maintenir chaque fois qu'elles existent. En milieu pauvre purement sableux, le Bouleau, le Chêne et le Châtaignier sont les principales essences envisageables en mélange avec les résineux.

Par ailleurs, Fontainebleau est bien le lieu où devrait être essayée l'amélioration du sol et de la croissance des arbres par un accompagnement d'espèces fixatrices d'azote. La fixation d'azote atmosphérique se fait par l'intermédiaire de microorganismes : Azotobacter, Cyanobactériacées, Rhizobiacées, et Frankiacées parmi les Actinomycètes. Outre les Légumineuses, Moiroud (1991) insiste sur la symbiose de Frankia avec les plantes "non-Légumineuses" ligneuses, telles que les quatre espèces d'Aulnes (*Alnus glutinosa*, *cordata*, *incana*, *viridis*), l'Olivier de Bohême (*Eleagnus angustifolia*), le Redoul (*Coriaria myrtifolia*), l'Argousier (*Hyppophae rhamnoides*) et le Piment royal (*Myrica gale*) qui permettent un enrichissement du sol souvent supérieur à 100 kg d'azote/ha/an.

Cette fixation d'azote, conduisant à une plus forte teneur en azote des litières, permet une meilleure décomposition. Toutefois, ces espèces sont héliophiles et moins longévives que les essences principales ; et elles n'auront un rôle un peu prolongé au cours de la révolution que si le sylviculteur leur laisse un peu de lumière. L'Aulne de Corse (plutôt sur les sols bien pourvus en calcium) et l'Aulne blanc (même sur les sols acides) sont les plus recommandés, sans exclure le Robinier (qui présente cependant le défaut d'être épineux et de drageonner).

La culture associée d'espèces fixatrices d'azote peut donc améliorer les humus (abaissement du C/N), à moins qu'il n'y ait d'autres facteurs limitants, P et Ca par exemple. Dans ce cas, elle permettrait de valoriser en station pauvre l'apport artificiel d'éléments minéraux par amélioration simultanée de l'alimentation en Ca, P et N.

Essences principales

- *Les résineux*

- **Le Pin sylvestre**, de grande plasticité écologique, semble avoir particulièrement bien réussi à Fontainebleau. L'introduction d'une espèce en provenance de Riga en 1786 ainsi que les plantations de 1801 provenaient de races nobles. La qualité de la race et la relative similitude de climat semblent très importantes (Jacquiof, 1983 ; et travaux du CEMAGREF). Cependant, l'avantage de sa croissance rapide et de sa frugalité disparaît devant son effet acidifiant, donc podzolisant qui nous

détermine à le prohiber sur sables soufflés. Par ailleurs, son emploi est tout à fait déconseillé dans les plaines de grèzes à cause du pH > 7 et du manque de fer qui sont limitants.

La personnalité de sa silhouette lui attribue cependant une place certaine parmi les paysages stampiens.

- **Le Pin noir représenté par le laricio** (variétés de Corse ou de Calabre ou leurs hybrides) : sa taille, son diamètre et sa rectitude, remarquables d'après les essais du XIX^e siècle, le rendent intéressant sur le plan sylvicole. Mais, son effet acidifiant et sa fragilité aux grands froids au stade juvénile le rendent rarement opportun. Par ailleurs, son manque de tolérance pour les sols hydromorphes l'exclut obligatoirement de la zone Nord-Nord-Ouest.

Son introduction dans les quelques cas suggérés (sols sableux, calcaires ou à calcaire proche de la surface) ne doit se faire qu'avec l'accompagnement de plantes fixatrices d'azote, comme les Aulnes, surtout en sol sableux car la litière pure de Pin se décompose difficilement.

Il est important de répartir les "espèces" en fonction du type de sol :

- sables soufflés sableux sur sables stampiens : laricio de Corse + Aulne blanc ;
- sables soufflés sableux peu épais sur calcaire : laricio de Calabre + Aulne de Corse (ces deux derniers étant plus tolérants au calcaire).

Par ailleurs, du point de vue paysage, toute introduction de laricio doit tenir compte de la sévérité de sa silhouette.

- **Le Pin maritime**, calcifuge, pourrait trouver sa place sur les "sables" (soufflés sur stampiens) pour maintenir la variété des essences. Les graines d'un peuplement classé de Sologne, ayant résisté aux grands froids de 1956 et de 1985, pourraient être intéressantes à comparer à la sélection résistante qui s'est constituée à Fontainebleau.

Cependant, une très faible proportion seulement semble souhaitable car la fragilité générale de l'espèce face aux grands froids comporte toujours des risques.

- **L'Épicéa**, très rare dans le massif, est inadapté. Il nécessite une alimentation en eau trop importante, et serait d'ailleurs podzolisant.

- **Le Douglas** est assez peu représenté dans le massif. Son manque de tolérance pour les sols superficiels ou calcaires d'une part, et pour les sols compacts ou à pseudogley d'autre part, ne le rend opportun ni pour les plaines de grèzes, ni pour les sols hydromorphes du Nord-Nord-Ouest de la forêt.

Mais son humus relativement peu podzolisant, son caractère peu exigeant quant à la fertilité du sol quand il peut développer un système racinaire abondamment ramifié, et son adaptation aux sols profonds et filtrants peuvent le rendre éventuellement intéressant pour la fraction peu productive de la terrasse Fw et pour la terrasse Fx, comme le prouvent les beaux résultats obtenus avec les arbres plantés par Jacquot en 1939. La belle hauteur (37 m) atteinte par certains individus sur 1,30 m de sables soufflés assez acides, en plaine, semble témoigner de la capacité de l'espèce à atteindre, par ses racines, les profondes réserves d'eau vraisemblables en ce point. De toute manière, sa relative exigence en pluviosité et son caractère exotique limitent son extension.

- **Le Cèdre de l'Atlas**, introduit dans les plaines de grèzes il y a une dizaine d'années suivant le conseil de Jacquot, semble en effet, selon ses aptitudes caractéristiques, supporter d'une part le calcaire, d'autre part les fortes sécheresses ainsi que les conditions hydriques irrégulières de ces sols secs. Mais au mélange avec un peu de Chêne pubescent doit aussi se joindre l'apport de plantes fixatrices d'azote comme l'Aulne de Corse, afin d'améliorer la qualité de la litière.

Le Cèdre de l'Atlas semble bien être la seule essence exploitable qui puisse "introduire une ambiance forestière" sur les sols ingrats des plaines de grèzes (... lesquelles constituent néanmoins une alter-

nance heureuse de paysage par leurs vastes espaces de pelouses, estimées d'une grande richesse par les botanistes).

La proposition d'introduire le Cèdre sur certains sols minces et sableux sur calcaire des plateaux reste très ponctuelle, et ne peut être employée pour le paysage que si le calcaire est suffisamment fractionné pour permettre un solide ancrage des arbres.

● *Les feuillus*

• **Le Chêne** est bien l'essence la plus précieuse à Fontainebleau, parfois très prisée par les marchands de bois en certains points de la forêt.

C'est le Chêne sessile qui doit être maintenu et dominer largement dans le massif, y compris dans le Nord-Nord-Ouest de la forêt sur pseudogleys, car il tolère mieux les sols hydromorphes que le Chêne pédonculé ne supporte les étés secs. Par contre, sur les quelques gleys peu profonds de la forêt, le Chêne pédonculé convient.

Domet (1873), Cochet (1958) et Jacquot (1983), ayant tous connu les particularités du massif, rappellent combien son accompagnement par du Hêtre semble nécessaire pour maintenir une certaine fraîcheur au sol ; néanmoins, sur sols minces (50 cm) non carbonatés et secs (RU < 100 mm), le Hêtre doit rester nettement subordonné au Chêne.

• **Le Chêne rouge**, introduit, donne de bons résultats sur sables et limons. Il ne supporte ni le calcaire actif, ni l'hydromorphie.

Acidophile de large amplitude, donnant un bois de moins bonne qualité que les Chênes indigènes, le Chêne rouge n'a de place que pour former un complément esthétique avantageux dans la composition des paysages.

• **Le Chêne pubescent** peut, à défaut d'autre utilisation économique actuelle que le bois de feu, constituer des peuplements écologiques intéressants ; on pourrait le préférer au Hêtre pour des sols à réserve en eau très faible (inférieure à 60 mm par exemple).

• **Le Hêtre**, largement présent à Fontainebleau, est une espèce sciaphile, mésophile à large amplitude, dont l'ombrage dû à son feuillage dense apporte l'avantage de maintenir la fraîcheur au sol. Si sa présence est ainsi bénéfique pour le Chêne, son propre maintien en bon équilibre nécessite par ailleurs un accompagnement, obtenu par une sylviculture active laissant de la lumière pour d'autres espèces ; en effet, en peuplement pur, il présente des difficultés de régénération (Silvy-Leligois, 1949). Sa litière peut induire la podzolisation, sur sol acide (Galoux, 1953). Un léger travail du sol enfouissant les faînes protège incontestablement les jeunes semis du dessèchement et des gelées tardives (Le Tacon *et al.*, 1976).

Le Hêtre fuit les sols engorgés, mais exige une pluviométrie abondante ou une bonne réserve d'eau. Néanmoins, sur les sols secs à réserve d'eau < 100 mm, peu épais et carbonatés, on préférera le Hêtre au Chêne sessile, bien que sa production ne puisse y être que faible : sans lui on n'aurait guère d'autre alternative que des résineux calcaire-tolérants (Pin laricio, Cèdre).

• **Le Châtaignier** pourrait bien trouver sa place à Fontainebleau plus qu'il ne l'occupe actuellement. La quantité de sol sableux sans fond calcaire, sur lesquels il serait plutôt améliorant, est suffisante pour que son caractère de thermophile, acidophile et même calcifuge (sauf exception) puisse s'exprimer en situation abritée. Les problèmes sanitaires (encre et rouille) obligent cependant à le considérer comme une essence d'accompagnement plus que comme une essence principale.

• **Les feuillus précieux** : Frêne, Merisier, Noyer, Alisier torminal (Alisier de Fontainebleau), toutes espèces de grand prix et à litière favorable, peuvent très bien valoriser les sols frais à mull de la plus récente terrasse, ou les sols recevant le colluvium marneux au pied de la falaise. Mais le Merisier et le Noyer ne doivent pas être placés en terrain hydromorphe.

CONCLUSIONS

La forêt de Fontainebleau est caractérisée par un **substrat majoritairement sableux**, très drainé (naturellement) **et le plus souvent sec** ; la rétention en eau, toujours dépendante de la texture, est favorisée aussi par l'épaisseur des horizons chargés en particules fines, et par l'épaisseur totale de sol.

● **Les meilleures stations**, favorables au Hêtre ou au Chêne sessile, sont représentées par les sables soufflés de profondeur forte ou moyenne (1,5 à 2 m ou plus) avec présence de calcaire en profondeur : le sylviculteur peut y espérer les meilleures productions en quantité et en qualité, surtout si la texture est sablo-limoneuse avec 20 à 30 % de "fines". Elles portent déjà actuellement de très beaux arbres dans certaines parcelles.

Les sables argileux à nappe permanente moyennement profonde de quelques rares stations de terrasses sont aussi des stations favorables, où Chêne pédonculé et Frêne sont à leur place.

Sur les sables soufflés peu à moyennement épais (60 à 110 cm) et à pH acide (5,5 à 4) malgré la présence de calcaire sous-jacent, les conditions sont déjà moins bonnes. Sur les sols les moins acides et contenant 15 à 30 % de "fines", le Chêne sessile pourra être accompagné de Hêtre et d'espèces améliorantes sans nécessiter la présence d'espèces fixatrices d'azote ; alors que leur présence paraît nécessaire avec le mélange de Chêne sessile et de Hêtre lorsque les sols, plus acides, ont une proportion de "fines" < 15 %.

Certaines stations sur sols de moindre épaisseur (60 à 80 cm) mais assez riches en "fines", parfois carbonatés et à texture presque "équilibrée" (50 % de "fines"), plutôt situées au sud de la forêt, conviennent aussi bien au Hêtre, au Chêne sessile qu'à des fruitiers comme le Merisier qui ont grande valeur.

● **Mais, en dehors de ces stations, les difficultés de gestion** ne manquent pas : sur les sables stampiens pauvres, très acides et podzolisés, les Pins sylvestres et laricios seront les plus faciles à cultiver, mais impérativement avec un accompagnement de feuillus : Bouleau verruqueux, et Aulne blanc comme fixateur d'azote. Mais la présence de platières ou de chaos de grès peut rendre impossible toute exploitation dans ce type de station : c'est alors l'attrait du paysage très typique qui prend le relais, par excellence.

Si des sables "soufflés" (dignes de ce nom : donc un peu enrichis en "fines") sont directement superposés aux sables stampiens (sans intercalation de sédiment calcaire), des feuillus tels que le Chêne sessile, le Hêtre, le Châtaignier, voire le Chêne rouge peuvent valoriser ces stations à sols lessivés podzolisés souvent épais.

Sur les sols superficiels (< 45 cm) acides et situés sur fond acide, à faible réserve en eau, le Chêne sessile et le Hêtre ne peuvent plus donner de produits intéressants. Le Pin laricio, avec mélange important de feuillus (Chêne sessile, Châtaignier, Chêne pubescent, Aulne blanc fixateur d'azote), peut apporter une solution.

Sur les sols superficiels carbonatés, à faible réserve en eau, le choix des essences est difficile car seules les espèces calcaricoles et résistantes à la sécheresse peuvent réussir. Dans les meilleurs cas (≈ 50 cm d'épaisseur), le Hêtre peut être adopté comme essence principale : sa hauteur et sa production resteront faibles, mais si l'on adopte de faibles densités par hectare pour limiter la concurrence en eau, on aura encore des diamètres suffisants et une bonne qualité technologique. Quelques merisiers peuvent permettre de valoriser les stations les plus riches en "fines".

Dans les cas les plus ingrats (< 30 cm) des plaines de grès par exemple, le Pin laricio de Calabre ou le Cèdre peuvent constituer des solutions intéressantes si des feuillus (Chêne pubescent, et Aulne

de Corse comme fixateur d'azote) leur sont associés. Dans les cas extrêmes, le Chêne pubescent peut être une alternative écologique, de même que le maintien de grands espaces en pelouses d'intérêt botanique.

Sur les terrasses caillouteuses ou hydromorphes, le Chêne sessile est souvent la meilleure essence.

Au total, malgré la pauvreté générale des matériaux, le vaste massif de Fontainebleau offre, grâce à la variété de ses stations, de bonnes perspectives d'association de tous les objectifs du gestionnaire : production économique, valeur sociale et touristique exigée par la proximité de grandes agglomérations urbaines, intérêt pédagogique nécessité par la présence du public et de nombreux pôles d'enseignement.

À la fin de cette rapide présentation, il apparaît très important de rappeler la fragilité générale du substrat qui nécessite une grande attention afin de limiter la dérive de ces sols acides vers la podzolisation, en particulier vers celle qui est "accentuée" avec Bh induré, induit par les résineux. La conscience de cette réalité oblige le forestier d'aujourd'hui à une gestion très prudente.

Anne-Marie ROBIN
Laboratoire de Géodynamique
des Milieux continentaux
UNIVERSITÉ PIERRE-ET-MARIE-CURIE
4, place Jussieu
F-75230 PARIS CEDEX 05

M. BONNEAU
IGGREF
Directeur de Recherche
INRA
Centre de Recherches forestières
F-54280 CHAMPENOUX

Cette étude a été financée par l'Office national des Forêts

BIBLIOGRAPHIE

- BONNEAU (M.), BRÊTHES (A.), LELONG (F.), LÉVY (G.), NYS (C.), SOUCHIER (B.). — Effets de boisements résineux purs sur l'évolution de la fertilité du sol. — *Revue forestière française*, vol. XXXI, n° 3, 1979, pp. 198-207.
- COCHET (J.). — Contribution à l'étude d'une sylviculture du Chêne de qualité. — *Revue forestière française*, n° 5, 1958, pp. 313-326.
- DOMET (P.). — Histoire de la forêt de Fontainebleau. Réédition. — Marseille : Lafitte Reprints, 1979 (1^{re} édition 1873).
- DUCHAUFOUR (Ph.). — Pédologie. 1 Pédogenèse et classification. — Paris : Masson, 1977. — 477 p.
- GALOUX (A.). — Le Hêtre et la dégradation des sols forestiers loessiques. — *Bulletin de la Société royale forestière de Belgique*, n° 5, mai 1953, pp. 225-235.
- HANDLEY (W.R.C.). — Further evidence for the importance of residual leaf protein complexes in litter decomposition and the supply of nitrogen for plant growth. — *Plant and Soil*, vol. 15, n° 1, 1961, pp. 37-73.
- JACQUIOT (C.). — Écologie appliquée à la sylviculture. — Paris : Gauthier-Villars ; Bordas, 1983. — 184 p.
- LE TACON (F.), OSWALD (H.), PERRIN (R.), PICARD (J.-F.), VINCENT (J.-P.). — Les Causes de l'échec de la régénération naturelle du Hêtre à la suite de la faînée de 1974. — *Revue forestière française*, vol. XXVIII, n° 6, 1976, pp. 427-446.
- MOIROUD (A.). — La Symbiose fixatrice d'azote. — *Forêt Entreprise*, n° 75/3, 1991, pp. 18-26.
- RAMEAU (J.-C.). — Typologie des stations forestières. Concepts et méthodes. — Nancy : ENGREF, 1985.
- ROBIN (A.-M.). — Catalogue des principales stations forestières de la forêt de Fontainebleau. — Paris : ONF ; Université P.-et-M.-Curie, 1993. — 371 p. + 52 planches couleur.
- ROBIN (A.-M.). — Rôle de la pureté des sables ou de leur recharge en éléments fins altérables dans la pédogenèse podzolisante. Niveau d'intervention de la végétation. Ouverture sur les applications forestières. — *Bull. Inf. Géol. Bassin de Paris*, vol. 21, n° 2, 1984, pp. 67-73.
- ROBIN (A.-M.). — Les Sols sur sables soufflés de la forêt de Fontainebleau... et leur fragilité. — *Bulletin de la Société botanique de France*, vol. 137, *Lettres botaniques*, n° 2/3, 1990, pp. 211-220.
- SCHVARTZ (Ch.). — Évolution des hydrosolubles de litères de Callune et de Hêtre au cours des processus d'humification. — Nancy : Université de Nancy I, 1975. — 81 p. (Thèse de Docteur-Ingénieur).
- SILVY-LELIGOIS (P.). — Les Problèmes de la régénération dans les hêtraies normandes. — *Revue forestière française*, n° 9-10, 1949, pp. 426-434.