JB
N° 98
2021

Le Journal de Botanique

Dans ce numéro :

Herborisations à Fontainebleau

Reboisement au Maroc

Novembre-Décembre 2021

Société botanique de France

Revue à parution bimestrielle
Version numérique
ISSN 2741-4884

Version imprimée (annuelle)
ISSN 1280-8202
Dépôt légal à parution

Revue éditée par la Société botanique de France (SbF)
Association type Loi 1901, créée en 1854
et reconnue d'utilité publique le 17 août 1875

Présidente de la SBF
Elisabeth DODINET
Secrétaire générale
Agnès ARTIGES

Rédactrice : Florence LE STRAT
Comité de rédaction : Florence LE STRAT, Michel BOTINEAU
Relecteurs : Michel BOTINEAU (Plantes médicinales), Michel BOUDRIE (Ptéridophytes), Bruno de FOUCAULT (Phytosociologie), Nicolas GEORGES, Guilhan PARADIS (Flore méditerranéenne), Guillaume FRIED (Plantes invasives)

Abonnement à la version numérique et vente des numéros
Abonnement inclus dans la cotisation annuelle des adhérents SBF
Abonnement pour les institutions (format numérique et numéro annuel imprimé)

Vente des anciens numéros imprimés :
Vente au numéro : 25 € (Institution 45 €)

Vous pouvez désormais vous abonner et adhérer en ligne sur notre site
http/societebotaniquedefrance.fr

Gestion des abonnements et vente au numéro
Mme Huguette Santos-Ricard,
Trésorière de la S.B.F.
6 place de l'Église, 65120 Betpouey

Correspondance :
Pour toute correspondance concernant la publication et l'envoi des manuscrits :
publicationJB@societebotaniquedefrance.fr

En couverture :
Chaerophyllum hirsutum L., cerfeuil hérissé

Journal de botanique 98

Sommaire

Publications

Compte-rendu de la mini-session à Fontainebleau du 10 au 12 mai 2019
par Pierre-Antoine PRECIGOUT, Patrick THOMMEN, Émilie ESTIVAL, Christian BOCK 2

L'effet de différents types de substrats à base de compost et fumier sur la croissance des plants du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière) et du chêne vert (*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.)
par Abdelhamid GUEDIRA, Badr SATRANI, Salwa EL ANTRY, Jamila DAHMANI, Mohamed SERRAR 65

J. Bot. Soc. Bot. France 98, 2-44 (2021)

Compte-rendu de la mini-session à Fontainebleau du 10 au 12 mai 2019

par Pierre-Antoine PRECIGOUT, Patrick THOMMEN, Émilie ESTIVAL, Christian BOCK

Crédits photographiques : Agnès Artiges (A.Ar), Catherine Blanchon (C.Bl), Geneviève Pedotti (G.P), Michel Botineau (M.Bo), Pierre-Antoine Précigout (PAP), Pauline Frileux (P.Fr), Patrick Thommen (P.Th)

RESUME : compte-rendu des herborisations menées lors de la mini-session à Fontainebleau (mai 2019)

MOTS-CLES : Fontainebleau, relevé floristique.

KEY-WORDS : Fontainebleau, plants checklist.

PRESENTATION GENERALE

Cette mini-session nous a permis d'étudier la flore printanière du Massif de Fontainebleau et d'en apprécier l'originalité.

La forêt de Fontainebleau est un massif forestier de 25 000 ha, dont 21 600 ha administrés en forêt domaniale depuis 1967, répartis sur deux départements : l'Essonne et la Seine-et-Marne. Elle faisait partie autrefois du massif forestier plus large de la Bière. Il s'agit d'une forêt très ancienne : elle est entrée dans le domaine royal à l'époque de Robert le Pieux (972-1031). Certaines zones de la forêt (totalisant 141 ha) ont été constituées en réserves biologiques intégrales dès 1953. Il s'agit des réserves biologiques du Gros Fouteau, des Hauteurs de la Solle et de la Tillaie, cette dernière n'ayant pas subi de coupe à blanc depuis 1372. La forêt des Trois Pignons, qui en fait partie à l'ouest, a longtemps été une forêt privée. Elle est devenue propriété de l'armée en 1875 puis domaniale au début des années 1980, après de nombreuses péripéties.

Une particularité de la forêt de Fontainebleau est l'absence de rivières (Figure 1). Elle est limitée à l'ouest par l'École, au sud par le Loing et à l'est par la Seine mais n'est traversée par aucun cours d'eau. Le lit de la Seine se trouve à environ 40 m d'altitude tandis que les plus hauts reliefs atteignent 147 m, soit une centaine de mètres de dénivelé maximal. La plupart des plateaux se situent vers 70 m.

La structure géologique de la région est extrêmement simple : des sables stampiens siliceux, souvent très purs, entre deux assises calcaires. La partie supérieure des sables a été localement grésifiée et forme des reliefs ONO-ESE, bien visibles en rose-rouge sur la figure 2. Les sables stampiens (rose pâle sur la carte), reposent sur des marnes à huîtres (stampien moyen, rose bonbon sur la carte, visible surtout dans les vallées) et sont recouverts par les calcaires lacustres d'Étampes (stampien supérieur, orange sur la carte).

Par suite des processus d'érosion, le paysage est constitué d'éléments géomorphologiques variés, caractéristiques du secteur bellifontain (voir transect schématique de la Figure 3). Les reliefs couronnés par les grès s'appellent des

rochers. Les reliefs couronnés par du calcaire sont des *monts*. Les dalles de grès à nu sont appelées *platières*. Une dépression entre deux massifs de grès est appelée une *gorge* tandis qu'une dépression entre deux massifs de calcaire est une *plaine*. Ainsi, plaines et gorges s'organisent en vallées sèches orientées WNW-ESE plus ou moins parallèles, séparées par des monts ou des rochers. Les plaines sont tapissées de dépôts de calcaire gélifracté mêlés à des sables qui constituent les cailloutis des vallées sèches. Du limon des plateaux surmonte le calcaire des monts les plus vastes (couleur crème sur la carte).

L'orientation ONO-ESE de la grésification est interprétée comme la formation de dunes successives en bordure de la mer épicontinentale du stampien, ouverte au nord vers l'Atlantique. Des dépôts de boues calcaires dans les dépressions inter-dunaires ont donné naissance aux calcaires. L'érosion puis la grésification auraient alors donné naissance au modelé que l'on observe aujourd'hui.

La formation des grès était classiquement présentée comme antérieure au dépôt du calcaire d'Étampes par consolidation des sables suite à l'évaporation de l'eau chargée de silice. Les études récentes de M. Thiry *et al*. (Figure 3) montrent qu'elle serait contemporaine des périodes froides du Plio-Quaternaire. La précipitation de la silice serait en relation avec le refroidissement de la nappe phréatique au contact des sols gelés.

Les substrats offerts à la végétation sont donc de plusieurs types : calcaires compacts, sables siliceux acides ou plus ou moins mélangés d'éléments calcaires, limons des plateaux et tables de grès. Du fait de l'abondance des substrats acides, les podzosols sont fortement représentés.

Nous avons plus particulièrement étudié les pelouses sur sables silico-calcaires des vallées sèches (Plaine de Chanfroy, Canche aux Merciers...) qui s'apparentent aux alliances des *Corynephorion, Thero-Airion* et *Koelerion.* Le mélange d'éléments siliceux et calcaires, en proportions variées, induit la présence simultanée d'espèces réputées calcicoles et calcifuges.

Les tables de grès sommitales des rochers, appelées *platières* lorsqu'elles affleurent sur une certaine étendue, constituent un habitat remarquable et typiquement bellifontain. Leur surface irrégulière et imperméable contribue à l'établissement d'une mosaïque de micro-habitats : mares temporaires ou flaques vite réchauffées au printemps et vite évaporées, petites pelouses à annuelles sèches en été, ou pérennes quand l'accumulation d'humus permet une rétention d'eau suffisante. De nombreuses espèces remarquables dont une majorité de méditerranéo-atlantiques en limite nord y sont hébergées. L'état de la végétation printanière dépend de la pluviosité et de la température et change selon les années, avec beaucoup de plantes à éclipses.

La partie méridionale de l'Île-de-France constitue un pôle relativement xérique et thermophile qui accueille la chênaie pubescente sur les pentes et rebords des vallées. Nous aurons l'occasion d'en observer des exemples qui abritent le célèbre alisier de Fontainebleau (*Sorbus latifolia*).

Bien connue des naturalistes qui ont alimenté la littérature scientifique depuis le XVII^{e} siècle, la forêt de Fontainebleau est aussi un haut lieu d'activités de plein air. Elle est actuellement très fréquentée par les citadins franciliens dominicaux, les randonneurs, les *bleausards* (grimpeurs de blocs), les VTTistes… Elle est aussi depuis des siècles source d'inspiration pour les écrivains et les peintres (École de Barbizon...) qui furent à l'origine de la création des réserves artistiques (1853-61). Elle fut la première réserve naturelle au monde, avant celle de Yellowstone ! Réserves naturelles dirigées et réserves intégrales y sont nombreuses. N'oublions pas que c'est à Fontainebleau que fut créée en 1948 l'Union internationale pour la conservation de la Nature (UICN).

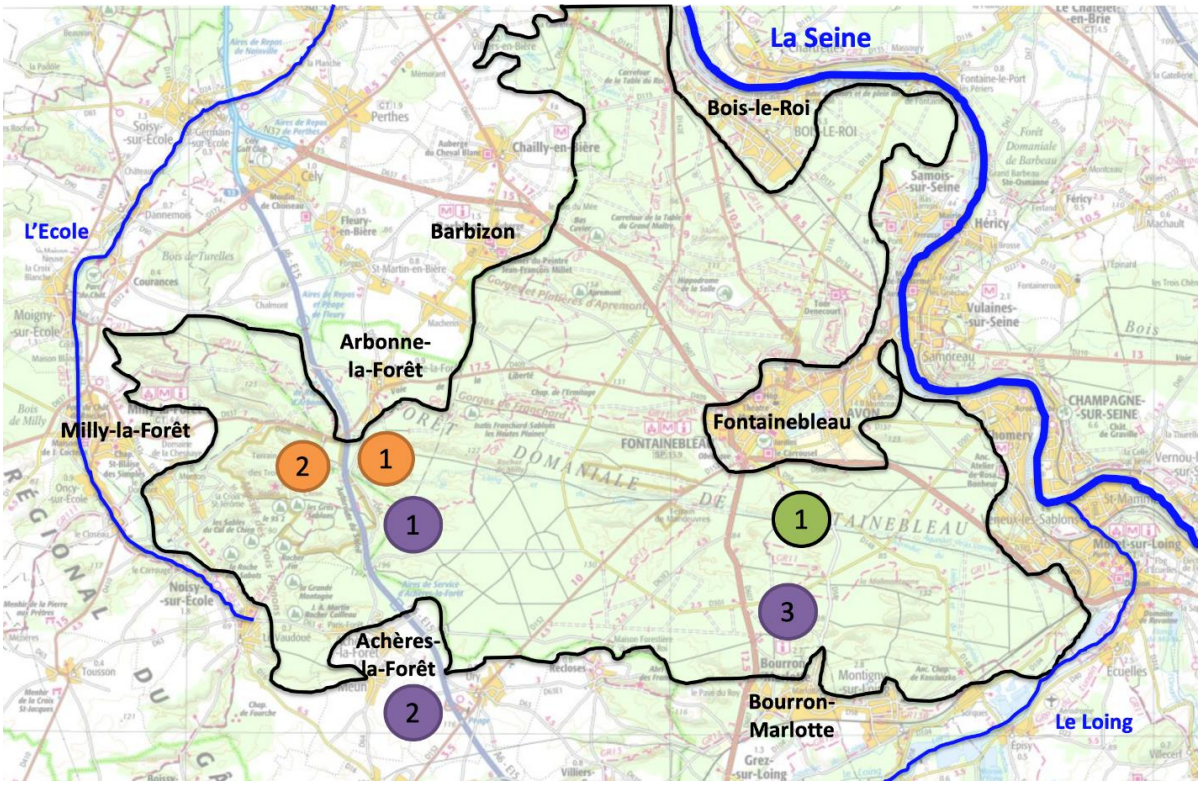


Figure 1 : localisation des sites d'herborisation sur la carte de la forêt de Fontainebleau (en noir : limite de la partie domaniale). **Jour 1 (orange)** : Station N°1 : Plaine de Chanfroy et Queue de Vache ; Station N°2 : Canche aux Merciers. **Jour 2 (violet)** : Station N°1 : Platière des Couleuvreux ; Station N°2 : Platière de Meun ; Station N°3 : Mare aux fées. **Jour 3 (vert)** : Station N°1 : la Malmontagne.

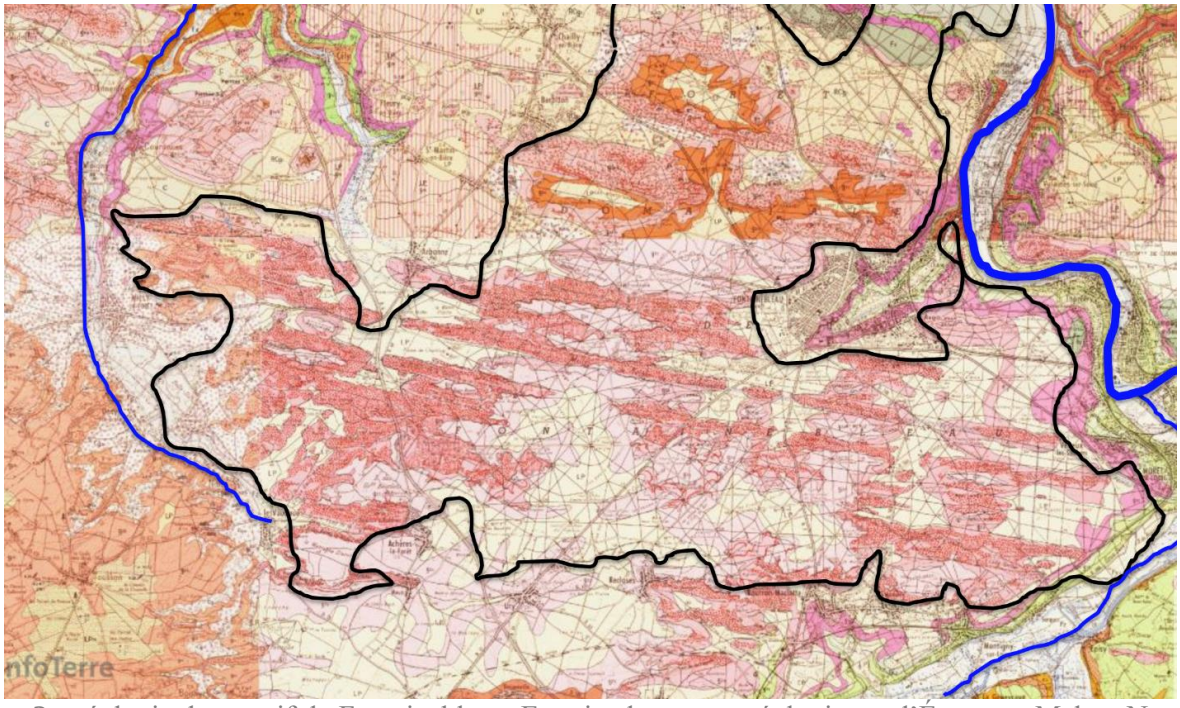


Figure 2 : géologie du massif de Fontainebleau. Extraits des cartes géologiques d'Étampes, Melun, Nangis et Malesherbes au 1/50 000, Éditions BRGM. Les sables stampiens dits de Fontainebleau, en rose pâle, occupent le centre de la carte. Ils sont par endroits grésifiés et forment des reliefs ONO-ESE (rose-rouge). Les sables de Fontainebleau reposent sur les marnes à huîtres et la meulière de Brie (rose bonbon visible dans les vallées de l'École et de la Seine) et sont recouverts par le calcaire d'Étampes (orange).

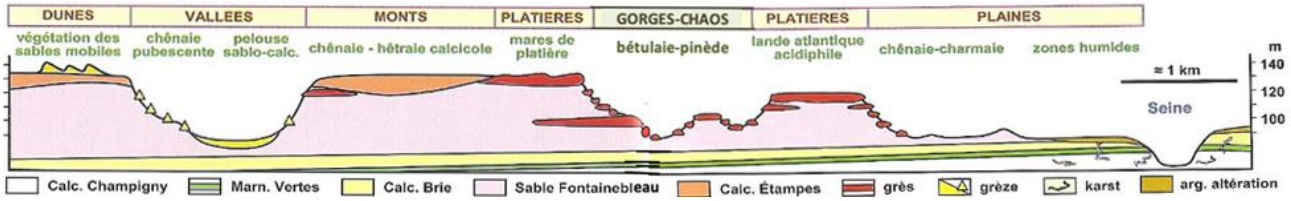


Figure 3 : transect schématique des différents éléments géomorphologiques du secteur bellifontain. D'après Thiry (M.) *et al.* 2017 – Guide des curiosités géologiques du massif de Fontainebleau, BRGM éditions.

PROGRAMME DES EXCURSIONS DE LA MINI-SESSION

Jour 1

Station N°1 : Plaine de Chanfroy (Arbonne-la-Forêt) et Queue de Vache (Fontainebleau)
Station N°2 : Canche aux Merciers (Noisy-sur-École)

Jour 2

Station N°1 : Platière des Couleuvreux (Fontainebleau)
Station N°2 : Platière de Meun (Achères-la-Forêt)
Station N°3 : Mare aux Fées (Fontainebleau)

Jour 3

Station N°1 : La Malmontagne (Fontainebleau)
Station N°2 : Route Lemonnier (Fontainebleau)

COMPTE-RENDU DES HERBORISATIONS

J1, vendredi 10 mai 2019 : la végétation des plaines

Cette première journée a été consacrée à la végétation des plaines. Les plaines, dépressions sèches entre deux massifs calcaires (monts), sont en général tapissées d'un mélange de sables siliceux et d'éléments calcaires issus de l'altération des monts environnants par l'action de la pluie et du gel (gélifraction). On retrouve donc sur ces sables silico-calcaires (Figure 4) à la fois des plantes réputées calcicoles (*Helianthemum apenninum, Trinia glauca*, …) et des plantes réputées calcifuges (*Logfia minima, Corynephorus canescens*, …). Ce sont des milieux secs car les sables sont des substrats drainants, également caractérisés par d'importantes variations thermiques, notamment à la surface du sol. Le boisement est dès lors difficile par endroits et le paysage est constitué d'une mosaïque de différentes végétations. On rencontre de vastes étendues de pelouses plus ou moins calcicoles ou silicicoles qui se rapprochent des sables mobiles du *Miboro minimae – Corynephorion canescentis*, des sables fixés du *Thero-Airion*, surtout siliceux ou rapidement décalcifiés après colonisation, ainsi que des pelouses calcaricoles sableuses à armoise champêtre du *Koelerion albescentis*.

Figure 4 : Pelouse calcaricole sableuse dans la Plaine de Chanfroy. Photographie PA.P.

Du fait du développement des éricacées, les pelouses peuvent évoluer vers des landes sèches sur podzols, à callune et bruyère cendrée (*Ulici minoris – Ericenion cinereae*, Figure 5) avec des variations moins acides se rapprochant

du *Sarothamnion scoparii* ou de pré-bois silico-calcaires à chêne pubescent.

Figure 5 : Lande à Callune et Bruyère à quatre angles sur platière de grès, Canche aux Merciers. Photographie PA.P.

Figure 6 : Lande à Callune et Genêt poilu à l'emplacement d'une ancienne bétulaie. Canche aux merciers. Photographie PA.P.

La forêt s'installe par endroit, avec sur sol acide la chênaie sessiliflore du *Quercion roboris*, généralement dominée par le Pin sylvestre et le Bouleau verruqueux (Figure 6 et 7 partie gauche), et sur sol calcaire la chênaie pubescente (Figure 7 partie droite) abritant parfois l'Alisier de Fontainebleau.

Figure 7 : a) bétulaie avec pin sylvestre. b) le groupe grimpant dans la chênaie pubescente de la Queue de Vache. Photographies PA.P.

On retrouve les groupements de pelouses dans les clairières forestières ou les chemins au milieu des landes à callune.

Station 1. Plaine de Chanfroy

Pelouses calcaricoles sableuses (du parking à l'orée de la forêt)

Le tableau 1 (en fin d'articles) indique la liste les taxons recensés sur sables calcaro-siliceux de la plaine de Chanfroy et le long du chemin d'accès qui y mène.

Anecdotes sur quelques espèces rencontrées

(1) : *Carex ericetorum* appartient au groupe des carex hétérostachyés à utricules velus. La bractée inférieure est scarieuse, non engainante, de longueur inférieure à l'épi correspondant. La plante est généralement non cespiteuse. Les écailles florales femelles sont obtuses à mucronulées, à large marge hyaline finement déchiquetée. La base de la tige est entourée de feuilles plus ou moins desséchées de l'année précédente (§ clef des Carex, groupe C dans *Flora Gallica*).

(2) : *Helianthemum nummularium* peut être très polymorphe, avec des fleurs pouvant être rouges ou blanches. Dans ce dernier cas, ou lorsque la plante n'est pas fleurie (ce qui était parfois le cas lors de notre sortie), on peut le différencier de *H. apenninum* par l'observation des feuilles. Tandis que les faces supérieures et inférieures des feuilles d'*H. apenninum* sont relativement concolores, *H. nummularium*

présente des feuilles vertes au dessus et blanchâtres en dessous (présence d'un tomentum plus ou moins dense à la face inférieure).

(3) : *Koeleria macrantha* n'a pas de « chaussette » car les innovations sont entourées chacune d'une tunique étroitement subcylindrique. Les feuilles des innovations stériles ne portent pas de cils marginaux. La glume supérieure dépasse nettement la glume inférieure (acumen allongé). On la rencontre sur les pelouses méso- à xérophiles acidiclines à neutrophiles, jamais psammophiles. *K. pyramidata* est nettement basiphile (sur pelouses calcaires notamment) mais présente des feuilles ciliées au bord. *K. arenaria* se rencontre sur sables, essentiellement littoraux et sa glume supérieure dépasse l'inférieure de moins d'1 mm. Voir *Flora Gallica* pp. 255-256.

(4) : *Minuartia hybrida* se reconnaît à sa tige glanduleuse uniquement au sommet et ses feuilles en alène.

(5) : La répartition de *Rosa spinosissima* est limitée en Île de France. On la rencontre dans deux zones principales : la forêt de Fontainebleau et la région de Mantes-la-Jolie.

(6) : *Scabiosa canescens* se reconnaît à sa rosette de feuilles entières contrastant avec les feuilles caulinaires pennatiséquées.

(7) : Les feuilles en cuillère de *Silene otites* lui doivent son nom vernaculaire de « cure-oreille ».

(8) : *Taraxacum* gr. *erythrosperma* est caractérisé par des fruits rougeâtres et la présence de callosités rougeâtres à l'extrémité des bractées.

On retrouve dans la liste floristique du site un certain nombre d'espèces thermophiles à affinités médioeuropéennes (flore *sarmatique*) : *Helianthemum apenninum, Alyssum alyssoides, Arenaria serpyllifolia, Silene otites, Silene conica, Thymus drucei, Fumana procumbens, Tuberaria guttata, Sedum acre, Carex humilis, Trinia glauca*… Ces plantes présentent des adaptations à la vie en milieu sec. *Corynephorus canescens* possède deux types de racines : pérennes en réseau superficiel d'une part, lui permettant de récolter l'eau de pluie avant que celle-ci ne soit drainée à travers le sable, et profondes à croissance rapide d'autre part, lui permettant d'aller chercher l'eau en profondeur lorsque les pluies s'espacent. Les orpins (*Sedum acre, S. album, S. rupestre*) présentent des feuilles charnues qui servent de réserves d'eau à la plante. Ils ont également un système racinaire superficiel à extension latérale. Nombre d'espèces dans ces milieux sont des thérophytes dont les tannins des graines, lavés par la pluie, permettent une germination rapide lorsque les conditions hydriques sont favorables (*Teesdalia nudicaulis, Mibora minima, Aira praecox, Aira caryophyllea, Logfia minima*, …). La strate bryophytique est également bien développée. Nous avons contacté *Dicranum scoparium, Racomitrium canescens, Pseudoscleropodium purum* ainsi que le lichen *Xanthoparmelia conspersa* sur rocher.

Habitats forestiers

Après exploration de la plaine, nous sommes montés sur les hauteurs forestières pour rejoindre le lieu-dit de la Queue de la Vache. Nous avons traversé principalement deux types de groupements : une bétulaie pauvre dominée par le bouleau verruqueux et pin sylvestre (Tableau 2), et une chênaie pubescente (Tableau 3) où nous avons pris le pique-nique (Figure 8) et où nous avons pu observer le célèbre alisier de Fontainebleau (*Sorbus latifolia*).

Figure 8. Pique-nique dans une clairière de la chênaie pubescente de la Queue de la Vache, tout à côté d'une station d'*Euphorbia loreyi*. Nous y avons également observé une huppe fasciée. Photo PA.P.

Anecdotes sur quelques espèces rencontrées

(9) : *Betula pendula*, le bouleau verruqueux se reconnaît à la présence de verrues et de lenticelles sur le bois de l'année qui est par ailleurs glabre, de même que les feuilles. Il se distingue facilement du bouleau pubescent (*Betula pubescens*) pour lequel le bois de l'année en cours et de l'année précédente est plus ou moins pubescent, de même que les feuilles à la face inférieure (au moins au-dessous des nervures).

(10) : *Erica cinerea* est une espèce caractéristique des sables siliceux.

(11) : Sous nos latitudes, l'orchidée *Goodyera repens* a vraisemblablement été introduite via des graines de pin provenant du nord de l'Europe.

(12) : Les feuilles de la molinie sèchent à l'été, créant un risque d'incendie. Ainsi, 30 à 40 incendies se déclarent chaque année dans le massif de Fontainebleau.

(13) La sabline à grandes fleurs (*Arenaria grandiflora*, Figure 9) est une espèce essentiellement montagnarde (Alpes, Pyrénées). Il en existe néanmoins de rares populations en plaine : causses du Lot, Corbières, Basse Provence, Indre-et-Loire … L'espèce est connue en forêt de Fontainebleau depuis 1698, date à laquelle elle est citée par Tournefort dans sa flore des environs de Paris. Elle y forme un isolat car les populations les plus proches de Fontainebleau se situent vers Chinon. Cette espèce pionnière des pelouses sableuses dans les pentes sèches des chênaies pubescentes a disparu à la suite de la densification du tapis végétal. Le CBNBP a établi en partenariat avec l'ONF un programme de réintroduction de cette plante. Des études menées sur plus d'une dizaine d'années par le Muséum National d'Histoire Naturelle ont montré que les populations de Fontainebleau souffraient d'une dépression de consanguinité.

Des tiges prélevées au Mont Chauvet avant la disparition de la plante constatée à la fin des années 1990 ont été multipliées *in vitro*, ainsi que des échantillons issus des populations d'Indre-et-Loire en vue d'augmenter la diversité génétique – ce qui a été critiqué par certains botanistes. On compte aujourd'hui plus de 800 plantes réparties en quatre stations sur le massif, toutes sur des pentes calcaires orientées au sud.

Figure 9. *Arenaria grandiflora* ; a) fleurs solitaires ou en cyme lâche, nettement pédonculées, à corolle blanche, b) feuilles à marge scarieuse épaissie en bourrelet, non récurvées. Photo PA.P.

La sabline à grandes fleurs se reconnaît à ses fleurs solitaires (ou en cyme lâche), pédonculées, à corolle blanche et à ses feuilles à marge scarieuse épaissie en bourrelet (nervure marginale épaissie). Elle partage ce dernier caractère avec *A. aggregata* subsp. *aggregata*, des pelouses méditerranéennes sur dolomie qui s'en distingue par ses feuilles fortement récurvées et ses fleurs subsessiles en têtes involucrées.

(14) : *Euphorbia loreyi* (anciennement *E. esula* subsp. *tristis*, Figure 10) est une espèce endémique de France continentale nommée en l'honneur du botaniste bourguignon D.-M. Lorey, co-auteur de la Flore de la Côte-d'Or parue en 1831. Elle se rencontre surtout dans le centre-est du pays, de l'Alsace aux Alpes de Haute-Savoie et du Jura jusqu'en Basse Normandie via la Bourgogne et le Bassin de Paris. Elle est rare sur l'ensemble de son aire de répartition. Quelques stations isolées sont connues de l'Allier, du Lot et de Charente-Maritime. *E. loreyi* se rencontre dans les ourlets thermophiles basiphiles du *Trifolio medii - Geranietea sanguinei*.

Appartenant au groupe morphologique des euphorbes à glandes appendiculées, elle est généralement de petite taille, ne dépassant pas

40 cm. Une tige fertile est généralement accompagnée de 1-2 tiges végétatives proches. Les feuilles sont linéaires-oblongues, mucronées, grisâtres à glaucescentes, > 3 mm de large. Celles des pousses végétatives sont habituellement plus étroites, longues de 3(4) cm, à rapport L/l < 10. Sur ces feuilles, les stomates sont localisés à la face supérieure (près de la nervure principale et vers l'apex). L'ombelle terminale a moins de 10 rayons (souvent 8-9). Caractères : voir *Flora Gallica* p. 703.

Figure 10. *Euphorbia loreyi*. Photo PA.P.

(15) : *Potentilla montana* est une espèce à répartition atlantique.

(16) : *Sorbus latifolia*, ou alisier de Fontainebleau (Figure 11), est une espèce emblématique de la forêt de Fontainebleau. La fréquence de l'apomixie dans le genre *Sorbus* est responsable du maintien de nombreux hybrides. C'est le cas de *Sorbus latifolia*, qui est un hybride fixé entre *Sorbus aria* et *Sorbus torminalis* devenu apomictique. Il existe bien-entendu d'autres hybrides entre les mêmes parents, voire même entre les parents et *Sorbus latifolia*, mais aucun autre de ces hybrides n'est fixé. La feuille est presque aussi longue que large et atteint sa largeur maximale vers le tiers basal. La base de la feuille est tronquée à largement arrondie. Les lobes et l'apex de la feuille sont peu aigus à l'exception de la dent terminale. La feuille présente généralement 1-3 paires de lobes bien distincts. Les lobes s'amenuisent progressivement vers l'apex en grosses dents triangulaires. Les incisions interlobaires sont inférieure à 25% de la demi-largeur du limbe et les sinus interlobaires sont majoritairement supérieur à 60° (pour d'autres caractères : voir *Flora Gallica* p.1014).

Figure 11. En haut à gauche, *Sorbus torminalis* ; en haut à droite, *Sorbus aria* ; en bas, *Sorbus latifolia* (photo P.Th.).

(17) *Veronica spicata* est caractéristique des sables calcaires.

Lande à callune

En sortant de la chênaie pubescente, nous avons traversé une lande à callune et genêt poilu (Figure 12). Au sein de cette lande, la flore des plaines décrite dans la première partie est à nouveau visible dans les ouvertures naturelles ou le long du sentier. Dans certaines de ces ouvertures, nous avons pu admirer de

superbes stations d'anémone pulsatile et de renoncule à feuilles de graminées, ainsi que les espèces énumérées dans le tableau 4.

Figure 12. Zones dégagées à renoncule à feuilles de graminées au sein de la lande à callune. Queue de la Vache. Photo PA.P.

Espèces non retrouvées

Notre journée d'herborisation ne nous a pas permis de retrouver *Allium flavum*, *Cephalanthera rubra*, *Orchis anthropophora*, *Minuartia setacea* et *Viola rupestris*, pourtant connues sur ce site.

Station 2. Canche aux Merciers

Le deuxième arrêt de cette première journée nous a conduit à herboriser sur le site de la Canche aux Merciers et du Laris-qui-Parle. Nous y avons successivement rencontré :

- une végétation de lande à callune, dans les dépressions et sur les flancs des reliefs (chaos gréseux) ;
- une végétation de pelouse sur sables siliceux, formant des zones ouvertes au sein de la lande à callune ;
- une forêt sur calcaire ;
- une végétation de lande à Bruyère à quatre angles et Callune sur platière de grès sommitale.

L'itinéraire suivi par le groupe rencontrant successivement différents substrats géologiques est présenté par la figure 13.

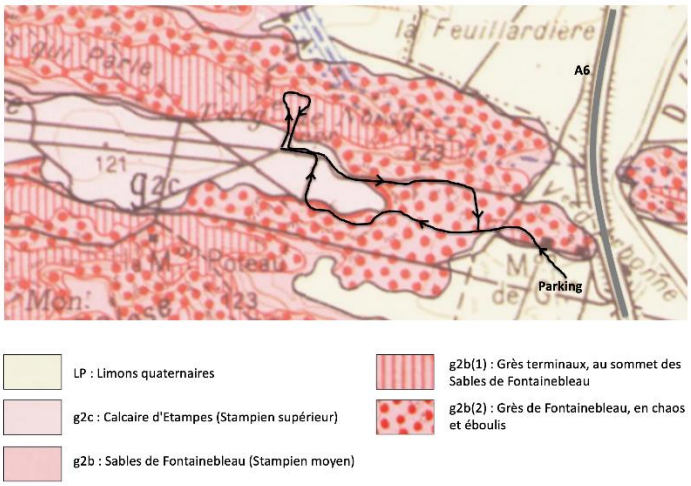


Figure 13. Extrait de la carte géologique de Fontainebleau au 1/50 000 montrant le trajet suivi par le groupe sur le site de la Canche aux Merciers et du Laris-qui-Parle.

La liste des taxons rencontrés a été dressée par type d'habitat. Les habitats majoritaires sur le site de la Canche aux Merciers sont les landes. Elles correspondent à la recolonisation du milieu par la végétation après ouverture par le feu ou les travaux forestiers. Les landes ont toujours été un élément important des paysages du massif de Fontainebleau. Ainsi, à la fin du XIX^{e} siècle, les landes recouvraient 45% de la surface du massif, le reste étant recouvert par la forêt. Ces chiffres sont aujourd'hui différents : la forêt a avancé sur la lande, en particulier du fait de la plantation extensive de conifères pour valoriser les « sols maigres ».

Landes et pelouses sur sables siliceux

La lande sur les sables siliceux et les chaos gréseux sont dominés par *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *Genista pilosa*, *Cistus umbellatus* et *Rosa spinosissima*. Elles appartiennent aux landes atlantiques sèches de l'*Ulicenion minoris*. Elles abritent des zones ouvertes de sables siliceux plus ou moins fixés du *Thero – Airion* et du *Miboro minimae – Corynephorion canescentis*. La liste des taxons

repérés dans ce milieu est donnée dans les tableaux 5 et 6.

Anecdotes sur quelques espèces rencontrées

(18) : L'armérie faux-plantain (*Armeria arenaria*) possède un système racinaire pivotant. Sa racine pivot lui assure un solide ancrage dans le sable et lui permet d'aller chercher l'eau en profondeur dans ce substrat drainant.

(19) : les feuilles d'*Hypochaeris glabra* sont d'abord obovales et subentières avant de devenir oblongues et lobées.

(20) : *Scleranthus annuus* se distingue de *S. perennis* que l'on peut rencontrer dans les mêmes milieux par l'aspect général de ses fleurs. Les fleurs de *S. annuus* ont un aspect vert tandis que celles de *S. perennis* ont un aspect bigarré blanc-vert du fait des marges scarieuses larges des sépales. Par ailleurs, les sépales de *S. annuus* sont aigus alors que ceux de *S. perennis* sont obtus.

(21) : les sables de Fontainebleau sont susceptibles d'abriter deux espèces de *Spergula* très proches : *Spergula morisonii* (Figure 14) et *S. pentandra*. Toutes deux présentent des graines ailées. Les graines de *S. morisonii* ont une aile de largeur inférieure à 70% de leur diamètre, de couleur rousse à brune à maturité. Les graines de *S. pentandra* ont une aile de largeur supérieure à 75% de leur diamètre, blanche à maturité. *S. pentandra* n'a malheureusement pas été trouvée lors de notre mini-session.

Figure 14. *Spergula morisonii*. A gauche : plante entière ; à droite, calice et graines. Noter l'aile de largeur réduite et de couleur brun-roux. Photo PA.P.

(22) *Stellaria pallida* ressemble beaucoup à *S. media* mais avec des feuilles et des fleurs généralement plus petites. Elle s'en distingue par des pétales nuls ou extrêmement réduits, des sépales de petite taille (< 3 mm) et des graines de diamètre < 0,8 mm.

(23) *Veronica verna* se reconnaît à la présence de feuilles et de bractées (les inférieures seulement) pennatilobées à pennatipartites. Les bractées supérieures sont entières. Elle partage ces caractères avec la montagnarde *V. dillenii*. Elle s'en distingue par un style dépassant peu ou pas l'échancrure de la capsule et des capsules mûres < 4 mm de long.

Dans les zones épargnées par le feu ou les zones déjà emboisées, la lande cède la place de façon continue à une forêt acidiphile sèche du *Quercion roboris*, peu dense et dominée par *Pinus sylvestris* et *Betula pendula* (Figure 15).

Figure 15. Limite entre la lande et la forêt sur sol acide, avec *Genista pilosa* fleuri. Photo PA.P.

Végétation de platière

La végétation sur platière de grès (Figure 16) est à nouveau dominée par une lande. Bien que la seule source d'eau sur une platière soit météorique, l'eau de pluie, qui ne peut pas s'infiltrer facilement dans le grès, s'accumule sur la platière. La végétation n'est presque jamais inondée mais dans certaines zones, l'accumulation de sphaignes et l'installation de molinie bleuâtre provoquent un atterrissement où la rétention d'eau est plus importante. On rencontre ainsi sur la platière une végétation de

lande atlantique humide (*Ulici minoris – Ericenion ciliaris*) à *Erica tetralix* et *Calluna vulgaris* (*Calluno vulgaris – Ericetum tetralicis*).

Figure 16. Le groupe progresse sur la platière du Laris-qui-Parle. Photo PA.P.

Comme pour les landes sèches sur sables acides, les landes humides des platières sont des milieux semi-ouverts dont la dynamique est liée aux incendies. Les zones ouvertes abritent une végétation de pelouses vivaces acidiphiles à *Danthonia decumbens* et *Juncus squarrosus* du *Nardetea strictae*. De nombreuses mares naturelles, dont l'eau a un pH proche de 5 parsèment la platière. Certaines sont permanentes et abritent, outre des sphaignes, des pancrustacés du groupe des Branchiopodes. La liste des taxons rencontrés dans ce milieu est donnée dans le tableau 7.

Anecdotes sur quelques espèces rencontrées

(24) le type de bruyères rencontrées dans les landes reflète leur régime hydrique. Sur substrat géologique filtrant (ici sable), on rencontre *Erica cinerea*. Sur sol plus humide (ici platière de grès avec atterrissement), on rencontre *Erica tetralix*, nettement hygrophile.

Végétation forestière sur calcaire

Sur le calcaire d'Étampes, le Chêne pédonculé cède la place au chêne sessile et au chêne pubescent (*Quercion pubescenti - sessiliflorae*). La présence du calcaire nous a permis d'observer des cortèges végétaux très différents des précédents (Tableau 8).

Anecdotes sur quelques espèces rencontrées

(25) *Luzula campestris* est une plante rhizomateuse. Les pédondules floraux sont plus ou moins égaux et réfractés lors de la floraison. *L. multiflora*, qui lui ressemble, est une plante cespiteuse dont les pédoncules floraux sont généralement très inégaux, dressés à la floraison. Son inflorescence est également plus fournie que celle de *L. campestris*.

(26) *Prunus serotina* est une espèce introduite originaire d'Amérique du Nord, à caractère invasif. Sur le terrain, on peut le reconnaître facilement à son bois nauséabond.

(27) Les glandes foliaires des *Rosa* section *Caninae* subsection *Rubiginea* (à laquelle appartient *Rosa* kl. *rubiginosa*) confèrent aux feuilles de ces plantes une odeur de pomme par froissement. L'abréviation kl. renvoie au mot klepton, catégorie taxonomique désignant un taxon d'origine hybride dépendant entièrement d'un taxon voisin pour sa reproduction (par parasitisme sexuel) et à hérédité clonale ou (comme ici) hémiclonale.

Espèces non revues sur le site

Notre journée d'herborisation ne nous a pas permis de retrouver *Aphanes australis*, *Spergula pentandra* ni *Scleranthus perennis*, pourtant connues sur ce site.

Jour 2 : la végétation des platières (samedi 11 mai 2019)

Cette deuxième journée (samedi 11 mai 2019) s'est déroulée en totalité dans le massif des Trois Pignons d'une superficie de 3000 ha. La météo pour le moins capricieuse n'a pas affecté le moral des troupes ni modifié le programme prévisionnel. L'essentiel de cette journée fut consacré à l'étude de la végétation des tables de grès sommitales ou platières, reliefs allongés d'une altitude d'environ 130 m, d'orientation ONO – ESE. Elles dominent les vallées sèches qui ont une altitude d'environ 70 m. Si la dalle de grès est subhorizontale elle n'en est pas pour autant plane. Conséquence de l'érosion, sa surface est irrégulière, parsemée d'alvéoles et de cuvettes de profondeur

variable. Ces grès dérivent de sables siliceux, très purs (99% de SiO_2) déposés en milieu marin littoral à l'Oligocène et plus précisément au cours du Stampien. Sous l'effet de la circulation des eaux les sables ont été partiellement cimentés en grès (phénomène de grésification), roche quasiment imperméable, exploitée dans le passé pour la voirie (pavés cubiques) et la construction locale.

En hiver, les dépressions sont remplies d'eau de pluie ; au printemps, l'eau de ces vasques se réchauffe rapidement et s'évapore. La surface d'eau libre diminue progressivement jusqu'à l'assèchement total en été. Ces mares de faible profondeur sont des mares temporaires. Si la profondeur de la cuvette est plus importante, la dépression ne s'assèche pas et la mare est dite permanente. L'accumulation de débris végétaux (litière) ralentit l'évaporation et comble peu à peu les mares. En dehors de ces dépressions, la platière est colonisée par une lande à bruyère et/ou fougère aigle, parsemée de touradons de molinie. L'implantation des arbres (bourdaine, bouleau, chêne sessile, pin sylvestre) est difficile compte tenu de la pauvreté du sol en sels minéraux et du grès qui est quasi à l'affleurement et qui constitue un sol squelettique (lithosol). Arbres et arbustes n'atteignent pas de grandes dimensions et ont souvent un port tortueux peu propice à une utilisation autre que bois de chauffage. Compte tenu de l'ensemble des conditions du milieu la végétation définit un paysage ouvert relativement stable. Les platières, loin d'être monotones, constituent une véritable mosaïque de groupements végétaux divers et variés, qui ne font que calquer la localisation des microhabitats.

Station 1. Forêt de Fontainebleau, mare aux Couleuvreux

Chênaie sessiliflore (du parking à la mare via la route Marguerite)

Sur les sables stampiens de Fontainebleau, substrat oligotrophe et acide (pH = 4 à 5 ; mesuré par Christian Bock au cours de la sortie) se développe une chênaie sessiliflore acidiphile (Figure 17). La liste des taxons rencontrés est détaillée dans le tableau 9. On rencontre nombre de plantes acidophiles (*Potentilla erecta*). De façon surprenante alors que l'on est sur sables siliceux purs, on rencontre quelques plantes calcicoles (*Cornus sanguinea, ...*). Ce paradoxe s'explique si l'on observe avec attention la chaussée. Elle est empierrée de calcaire concassé qui permet cette coexistence rare de végétation calcicole et calcifuge. Dans le Bassin parisien, le chêne pubescent (*Quercus pubescens*) se développe sur calcaire mais dans le sud de la France il est sur sables siliceux. Plus on migre vers le nord moins la densité de ses poils à la face inférieure des feuilles est forte.

Figure 17. Blocs de grès et végétation semi ouverte des platières au milieu de la chênaie sessiliflore. Photo A.Ar.

Anecdotes sur quelques espèces rencontrées

(28) *Cornus sanguinea* est une espèce neutro-calcicole.

(29) *Ligustrum vulgare* présente des poils à la face inférieure des feuilles qui sont disposés en tous sens.

(30) *Lonicera xylosteum* est une espèce basiphile.

(31) *Potentilla erecta* est une espèce acidiphile.

(32) Nous avons rencontré de nombreux hybrides de *Salix* associant les poils blancs de *S. cinerea* (poils blancs ; uniquement dans l'Est de la France) aux poils roux de *S. atrocinerea*.

Platière des Couleuvreux

Cette platière est réputée pour sa végétation, en particulier la végétation de ses mares,

qu'elles soient temporaires (Figure 18) ou permanentes (Figure 19). Ces mares constituent de véritables viviers pour la biodiversité tant végétale (en particulier les groupements d'hydrophytes flottants ou enracinés, Planche 1) qu'animale (en particulier les Batraciens, les Reptiles et les Insectes). Cette platière bénéficie du statut de Réserve biologique dirigée. En 1980 les mares ont été curées mais se sont à nouveau comblées. Un incendie en l'an 2000 a rajeuni le paysage qui commençait à se refermer et s'homogénéiser. La liste des espèces végétales recensées dans ce milieu est donnée dans le tableau 10.

Figure 18. Mare de la platière des Couleuvreux avec une surface d'eau libre de bas niveau (touradons de molinie émergés). Photo C.Bl.

Figure 19. Mare permanente de la platière des Couleuvreux avec une surface d'eau libre, une ceinture de saules et des touradons de molinie. Photo M.Bo.

Anecdotes sur quelques espèces rencontrées

(33) *Carex vesicaria* présente en général une couleur vert pomme et des feuilles larges et planes. *Carex rostrata*, qui lui ressemble, a des feuilles plus étroites, plus pliées et plus glauques.

(34) *Rhamnus frangula* s'appelle désormais *Frangula alnus* subsp. *alnus*. Le bois de cette espèce, une fois brûlé, entrait dans la fabrication de la poudre noire (poudre à canon).

(35) *Glyceria fluitans* présente en général des feuilles flottantes.

(36) *Scirpus fluitans* s'appelle désormais *Isolepis fluitans*. On le reconnaît à ses feuilles toutes à limbe aplati.

(37) La présence du bryophyte *Leucobryum glaucum* signe un milieu très acide.

(38) *Listera ovata* s'appelle maintenant *Neottia ovata*.

(39) *Ononis repens* s'appelle maintenant *Ononis spinosa* subsp. *procurrens*.

(40) *Ranunculus nodiflorus* possède deux types de fleurs : des fleurs blanches stériles plus ou moins serrées et des fleurs fertiles ne s'ouvrant pas et ne produisent qu'un seul akène par fleur.

(41) *Ranunculus tripartitus* se reconnaît grâce à ses fleurs blanches, ses nectaires en croissant, ses pétales à peine plus grands que les sépales, par la présence d'un seul akène par fleur et par son hétérophyllie (feuilles à limbe arrondi et feuilles laciniées).

(42) *Scutellaria columnae* subsp. *columnae* est une espèce introduite d'origine médio-européenne.

Forêt de Fontainebleau, zone boisée, pique-nique à Franchard

En raison de la pluie, nous nous rendons au centre d'écotourisme de Franchard où nous

trouvons un abri pour pique-niquer. En bord de chemin nous remarquons la présence de *Scutellaria columnae* All., une espèce orientale très localement naturalisée (Planche 2). Nous constatons l'abondance de résineux et en particulier de pins sylvestres (*Pinus sylvestris*, Figure 20A) en mélange avec le chêne sessile *(Quercus petraea*) constituant une chênaie-pinède. Il est vraisemblable que ces pins, tout comme les autres résineux de cette forêt, n'ont pas une origine naturelle mais sont les descendants de résineux plantés par l'Homme à différentes époques. Geneviève Pedotti nous présente un historique de l'introduction de ces résineux. La première daterait de 1509. Il s'agirait de pins maritimes (*Pinus pinaster)* implantés dans le domaine du château de Fontainebleau. Une seconde implantation toujours de pin maritime originaire des Landes aurait été effectuée en forêt en 1590. A cette époque, la forêt n'occupait que la moitié de la surface actuelle, l'autre moitié étant non boisée donc propice aux semis. En 1709 à la suite d'un hiver rigoureux seuls quelques pins maritimes auraient résisté au gel. En 1786, nouveau chantier de plantation massive de pins sylvestres dans le but de fournir du bois d'œuvre. C'est un certain Le Monnier, naturaliste et médecin de Louis XVI, qui, pour valoriser cette forêt, introduisit entre autres dans la Plaine des Pins et le Mont Chauvet, le pin sylvestre originaire d'Europe du Nord (Riga, capitale de la Lettonie). Le tronc très régulier, en colonne rectiligne, était utilisé pour faire des mâts de navires bien que le bois de ce résineux soit réputé cassant (Figure 20D). Sous la Restauration le baron de Larminat effectua plusieurs essais d'introduction, entre autres, de pin à crochet (*Pinus uncinata)*, de pin noir (*Pinus nigra*), de pin cembro (*Pinus cembra*) et de pin Weymouth (*Pinus strobus).* C'est en 1822 que furent pratiquées les premières greffes de pin laricio (greffon) sur pin sylvestre (porte-greffe) en place âgé de 3 à 6 ans. En 1845, on ne dénombrait pas moins de 48 000 pins greffés. Actuellement il ne reste que quelques 350 individus facilement reconnaissables par la présence d'un bourrelet cicatriciel au niveau de la greffe et des écorces différentes de part et d'autre de la greffe. Nous en observerons de près quelques-uns au voisinage de la mare aux fées (Figure 20C et D).

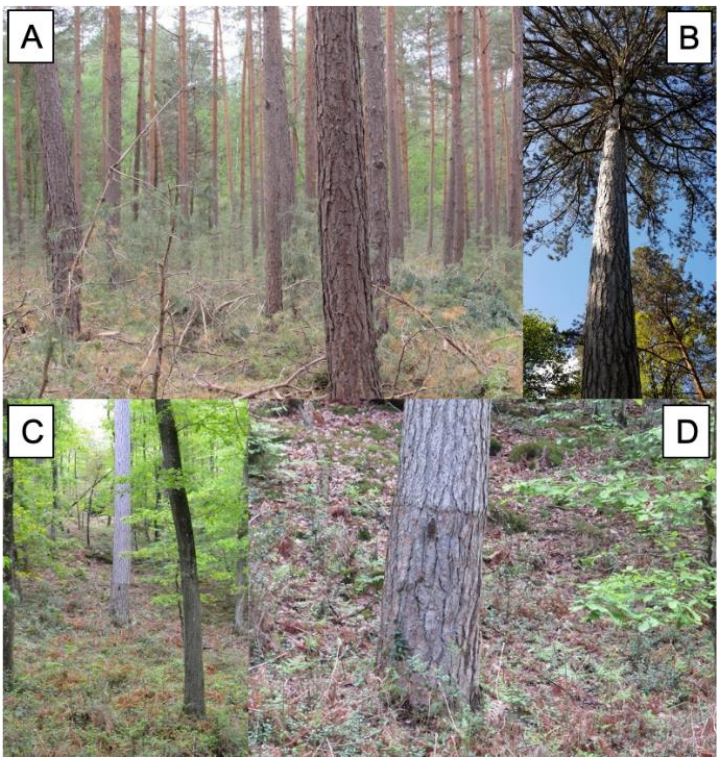


Figure 20. Les pins de la forêt de Fontainebleau. A) *Pinus sylvestris* reconnaissable à distance à son écorce saumonée; B) *Pinus laricio* au tronc très régulier et rectiligne ; C et D) pin laricio greffé sur un pin sylvestre. Noter en D le bourrelet cicatriciel. Photographies P.Th., A.Ar & P.Fr.

Ces résineux avec les feuillus et les blocs de grès contribuent au pittoresque de cette forêt qui attira nombre d'artistes dès le XVIII^{e} siècle, mais surtout durant la période romantique et encore davantage avec l'arrivée du train en 1849. Denecourt, vétéran de l'armée napoléonienne et concierge à la caserne de Fontainebleau, se consacra à faire connaître les richesses de cette forêt. Il aménagea entre-autre des chemins pédestres balisés de marques bleues sur les troncs et les blocs de grès. En 1861 l'association des " *Amis de la forêt de Fontainebleau* ", soutenue par les peintres de Barbizon, fut la première association à défendre la nature et les paysages bellifontains. Dès la fin du XIX^{e} siècle les scientifiques prennent le relai et s'impliquent dans la protection de ce patrimoine fragile et menacé. En 1991 ils définissent le statut de réserve biologique forestière : réserve biologique

dirigée (RBD) consacrée à la conservation des milieux et à la préservation d'espèces remarquables ; réserve biologique intégrale (RBI) où toute intervention humaine est proscrite. En 2018 l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) première association de protection de la nature fondée en 1948 à Fontainebleau a fêté son 70ème anniversaire (Figure 21).

Figure 21. Plaque commémorative du 50ème anniversaire de l'UICN. Photo M.Bo.

Station 2. Forêt de Fontainebleau, Achères la Forêt/Meun

Platière de Meun

Figure 22 Mare permanente au premier plan et mares temporaires de la platière de Meun à l'arrière-plan entourées d'une végétation gazonnante, pionnière, riche en espèces remarquables. Photo C.Bl.

Tout comme la platière des Couleuvreux, cette platière bénéficie du statut de réserve biologique dirigée. Elle est également très réputée dans le monde des naturalistes en particulier pour la végétation de ses mares (Figures 22 et 23). Les inventaires floristiques de Meun et des Couleuvreux permettent de dégager quelques originalités de la végétation de tels milieux ouverts (Figure 24). On identifie nombre d'annuelles, d'héliophiles, de thermophiles et donc d'espèces méditerranéo-atlantiques : *Ranunculus nodiflorus, Ranunculus paludosus, Moenchia erecta, IlIecebrum verticillatum*. Cela n'empêche pas la présence d'espèces dites atlantiques, *Helosciadium nodiflorum* par exemple, et d'espèces à très vaste répartition (*Sedum villosum*). On rencontre également beaucoup de plantes rares (*Crassula vaillantii*), voire très rares comme *Spergula segetalis*. Ainsi, la station de Meun est l'unique station de *Spergula segetalis* pour l'ensemble de l'Île de France. Du point de vue phytosociologique la *végétation pionnière des dalles gréseuses* de platière a comme correspondance le *Cicendion filiformis* (Tableau 11). Les espèces les plus caractéristiques sont illustrées sur les Planches 3 et 4.

Figure 23. Une mare sur la platière de Meun avec ses ceintures d'hydrophytes. Photo C.Bl.

Anecdotes sur quelques espèces rencontrées

(43) *Allium vineale* a des fleurs dressées souvent remplacées par des bulbilles.

(44) Très nombreux pieds à labelle coloré du blanc au rouge foncé.

(45) *Callitriche hamulata* se reconnaît à ses feuilles immergées avec échancrure en pince à l'apex.

(46) *Festuca longifolia* présente des glumes longuement aristées et glabres. En section, le limbe montre un sclérenchyme non interrompu et des cloisons.

(47) *Logfia minima* est appelée la Petite Cotonnière.

(48) *Montia hallii* correspond à une partie de l'ancien *Fontana amporitana*.

(49) Les bulbes de *Prospero automnale* (ex *Scilla automnalis*) n'ont ni bulbilles ni tunique.

(50) *Saxifraga granulata* présente des bulbilles à la base de la tige (voir photo Planche 3), d'où des peuplements denses par reproduction végétative. L'espèce est souvent apomictique.

(51) *Trifolium ornithopodioides* se reconnaît à ses fleurs roses et son calice plus ou moins fermé en haut.

(52) *Vicia segetalis* présente une hétérophyllie contrairement à *Vicia sativa*.

Figure 24. Contact entre la végétation de la Platière de Meun et une culture d'orge à perte de vue. Station à *Spergula segetalis*. Photo P.Fr.

Champs et chemin (entre les deux extrémités de la platière)

Le site de la platière de Meun est bordé de champs cultivés. Le tableau 12 donne la liste des plantes rencontrées en bordure de champs et en marge du site, sur le chemin d'accès.

Anecdotes sur quelques espèces rencontrées

(53) *Anthriscus caucalis* dégage par froissement une odeur forte et caractéristique (désagréable).

(54) *Torilis nodosa* présente des poils appliqués sur la tige et les pédicelles.

(55) Ici, *Vicia faba* renvoie à l'espèce cultivée dénommée féverole.

Station 3. Forêt de Fontainebleau, mare aux Fées

Pour terminer la journée, nous nous rendons sur un dernier site pour y observer la flore d'une mare permanente de plus grande taille, la mare aux Fées (Figure 25). Les espèces rencontrées dans le sous-bois (sur le chemin qui mène du parking à la mare) et autour de la mare sont données respectivement dans les tableaux 13 et 14. Quelques espèces sont illustrées sur la planche photographique 5.

Figure 25. *Iris pseudacorus* en ceinture à la mare aux fées ; au 3ème plan, feuilles flottantes de l'herbier à potamot sur la surface d'eau libre. Photo P.Th.

Anecdotes sur quelques espèces rencontrées

(56) *Carex acuta* forme des touffes plus ou moins étendues. Les écailles mâles sont obliques, les fleurs femelles sont à 2 styles.

(57) *Iris pseudacorus* a été introduit sur le site à la demande d'un artiste. Il y est depuis très difficile à éliminer.

(58) *Lemna trisulca* est la seule lentille d'eau à flotter entre 2 eaux. Les feuilles immergées sont filiformes et réduites au pétiole et à 2 stipules anguleuses. En coupe transversale, la tige feuillée a une section plus ou moins carrée avec deux angles.

Jour 3 : La Malmontagne (dimanche 12 mai 2019)

Le programme de cette dernière journée a été quelque peu modifié en raison du retard de la végétation. Les organisateurs se sont tournés vers le site de la Malmontagne où l'état de la flore était plus satisfaisant et permettait de découvrir la richesse des ourlets forestiers de cette dition.

Station 1. La Croix du Grand Maître (Fontainebleau)

Le rendez-vous était donné au carrefour de la Croix du Grand Maître à 8h30. Nous étions à quelques kilomètres au Sud-Est de Fontainebleau. C'est un lieu marqué par la tradition forestière avec sa croix, son rond-point, ses sentiers. La Croix du Grand Maître a été érigée en 1723, à l'intersection de la route Ronde et de la route de la Tranchée, par les soins de M. de La Faluère, grand maître des eaux et forêts de l'époque ; elle est en pierre de Lagny et surmontée d'un croisillon en fer. Les allées ont été nommées vers 1830. Les sentiers Denecourt balisés en bleu furent tracés par Claude-Francois Denecourt, puis Charles Colinet au XIX^{e} siècle afin de permettre aux Parisiens de mieux connaître la forêt. Ce sont des balades toujours agréables qui permettent de découvrir toutes les curiosités de la forêt. La forêt continue à être partagée entre forestiers, promeneurs, cavaliers, grimpeurs, sportifs divers, chasseurs que nous avons croisés ou dont nous avons aperçu les traces au cours de nos herborisations. Le but de la matinée était l'exploration botanique en milieu forestier du secteur de la Malmontagne avec un dénivelé positif entre 85m d'altitude au parking et 131m au point de vue, dernière étape de la matinée. La végétation est malheureusement un peu en retard pour une observation complète. La structure géologique de la zone est particulière (Figure 26). Par le jeu de l'érosion des rivières qui coulent à l'est en particulier la Seine, les calcaires stampiens plus résistants sont en relief et forment ici une butte témoin qui correspond à la Malmontagne, dominant d'une quarantaine de mètres la zone inférieure supportée par les calcaires de Brie.

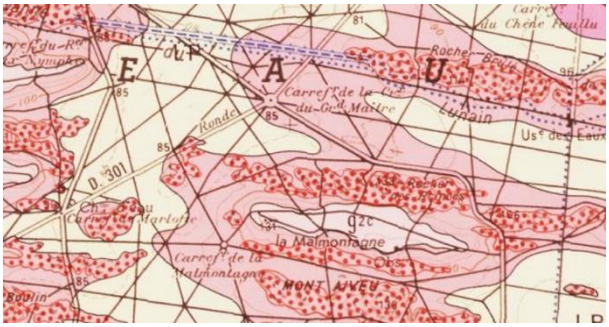


Figure 26. Extrait de la carte géologique de Fontainebleau au 1/50 000 situant le site de la Malmontagne.

Nous cheminons sur les sables, puis suivons un raidillon de rochers de grès pour atteindre la table calcaire. La diversité végétale avec des plantes silicicoles et calcicoles augmente l'intérêt du site. De nombreuses plantes protégées sont présentes.

Dans les zones basses, la végétation est composée d'une hêtraie-chênaie sessiliflore. La liste des espèces rencontrées dans ces zones est détaillée dans le tableau 15. La végétation y est majoritairement acidiphile, mais l'abondance d'espèces calcicoles (nous avons dénombré 21 espèces basophiles contre 24 acidiphiles et quelques neutrophiles) laisse penser que des circulations d'eau venues du calcaire des reliefs influencent fortement ces peuplements.

Nous grimpons ensuite en direction du sommet du mont en traversant un chaos gréseux (Tableau 16).

Une fois le plateau atteint, nous cheminons vers l'est. La forêt s'embroussaille et les plantes se réfugient le long du chemin (Tableau

17). Le plateau est constitué d'une table en calcaire d'Étampes recouverte de sables soufflés. Les sables soufflés ont été tout au long du Quaternaire remaniés par le vent très localement. Les particules de sable de Fontainebleau se sont alors enrichies en éléments fins libérés par la décarbonatation des calcaires donnant des argiles en grains et des limons qui améliorent la richesse des sols. L'épaisseur de ce dépôt varie entre 1 m (cas le plus fréquent) et 4 m. Ainsi lorsque le dépôt est épais (> 2,50 m), cela peut correspondre à un dépôt éolien de la partie centrale d'un plateau ou à un comblement éolien de zones déprimées. Plusieurs soufflages successifs ont existé. Il semble que les premiers datent de la dernière glaciation 70 000 BP ou de l'épisode postglaciaire. Ces sables soufflés constituent la roche mère de presque tous les sols du massif forestier de Fontainebleau. La présence sensible d'argile dans les sables soufflés sur au moins 20 cm d'épaisseur améliore la capacité à retenir l'eau. La nature du matériau sous-jacent conditionne la richesse minérale du sol, ici il y a un apport de carbonates de calcium qui sont issus du calcaire sous-jacent si les sables soufflés ne sont pas trop épais.

En redescendant du plateau (Tableau 18) et en suivant la route du Lord, nous passons en surplomb d'une ancienne carrière de grès. De telles carrières sont nombreuses dans la forêt. Le grès y est exploité depuis Philippe Auguste pour faire les pavés de Paris (en 1848, 4 millions de pavés soit 100.000 tonnes furent extraits. Ils ont aussi contribué à l'escalier du château de Fontainebleau. L'apogée de l'exploitation date de 1830 mais avec l'apparition du bitume, la régression a été rapide. En 1907 l'exploitation du grès a été interdite et en 1983 la dernière carrière a fermé.

Nous atteignons la borne 132 m avec un poste de guet anti-incendie tout proche. Non loin de là, un détour nous permet de découvrir une curiosité géologique : le Puits Fondu. Celui-ci prend la forme d'un énorme entonnoir. Pour l'expliquer, on peut imaginer que le calcaire sous-jacent a été dissout par les eaux de pluie comme dans les zones karstiques et le grès, dont le ciment est parfois calcaire, a lui-même subi une déstructuration au-dessous. Les sables ainsi libérés et les sables soufflés ont été soutirés vers le bas dans l'entonnoir.

Nous descendons une piste cavalière pour arriver au niveau inférieur très siliceux et exposé au sud. La forêt est claire et une lande à callune occupe le sous-bois (Tableau 19).

La matinée se termine par une remontée vers le point de vue situé sur le côté ouest du plateau où nous prendrons le pique-nique avant de rejoindre les voitures. Nous avons pu déguster un excellent gâteau nantais apporté par Marine Levé à l'occasion de sa première session de terrain SbF. Le succès du-dit gâteau fut tel que nous vous en proposons la recette ci-dessous.

Ingrédients :
- 150 g de sucre
- 15 g de sucre vanillé
- 40 g de farine
- 6 cL de rhum
- 125 g de beurre
- 100 g d'amandes en poudre
- 3 œufs
- 50 g de sucre glace

Fouetter le beurre mou avec le sucre. Ajouter les amandes. Incorporer les œufs un à un. Ajouter la farine tamisée et 2 cL de rhum. Beurrer le moule. Y verser la pâte. Cuire à 170-180°C pendant 40-45 minutes. Démouler en inversant le haut et le bas du gâteau. Arroser de 2cL de rhum. Faire le glaçage : mélanger 2cL de rhum et le sucre glace. En glacer le gâteau. (On peut évidemment ajuster la quantité de rhum en fonction des goûts.)

Nous profitons de la pause pour observer le paysage. Vers l'ouest, les calcaires stampiens forment un rebord d'altitude 130 m et vers le sud on distingue les barres de grès et les dépressions sableuses situées vers 85 m, un bon résumé de la géomorphologie de la zone.

Route Lemonnier

Nous reprenons la D607 (autrefois N7) vers le sud jusqu'au premier parking à droite pour

un dernier site sur sables. L'intérêt de cette station est la présence de *Carex liparocarpos* Gaudin subsp. *liparocarpos* (Figure 27). Ce petit carex stolonifère est très caractéristique des pelouses arides sur substrat neutro-calcicole. Il se reconnaît principalement à ses utricules glabres très luisants, formant des épis femelles assez courts surmontés d'un unique épi mâle. Il est seulement connu en Île-de-France à Fontainebleau où il était déjà signalé en 1727 par Vaillant. Les stations les plus proches de cette espèce méridionale sont situées dans le Cotentin et en Touraine.

Nous le rencontrons en compagnie de *Rosa spinosissima* L. subsp. *spinosissima*, *Muscari comosum* (L.) Mill., *Poa bulbosa* L. subsp. *bulbosa* var. *vivipara* et *Veronica orsiniana* Ten. (ex *Veronica teucrium* L. subsp. *vahlii* Gaud.). Cette véronique prostrée pose des problèmes nomenclaturaux. Une nouvelle combinaison a été proposée dans la Flore d'Île de France de P. Jauzein et O. Nawrot (2011) : *Veronica austriaca* subsp. *scheereri* (J.P.Brandt) Jauzein.

Figure 27 : *Carex liparocarpos*, observé en bordure de la D607 lors du dernier arrêt de la mini-session. Photo G.P.

Ainsi se termine cette mini-session qui nous a permis de connaitre la diversité des sites du massif de Fontainebleau et d'apprécier leur richesse floristique.

REMERCIEMENTS

Un grand merci à tous nos encadrants, tout particulièrement à Geneviève et Paul Pedotti, et Christian Bock, organisateurs et fins connaisseurs de ce vaste (20 000 ha) massif forestier de haute valeur écologique qu'est la forêt de Fontainebleau. Gérard Arnal avait préparé activement cette mini-session mais des ennuis de santé l'ont privé du plaisir de nous guider sur le terrain. Nos remerciements aux photographes qui nous ont communiqué leurs photographies numériques. Catherine Blanchon, Michel Botineau, Pauline Frileux, Geneviève Pedotti, Patrick Thommen et Pierre Antoine Précigout. Tous nos remerciements également aux relecteurs : Anne-Marie Mollet, Christian Bock, Christophe Bodin, Pauline Frileux.

Tableaux des inventaires floristiques

Les nombres entre parenthèse se réfèrent aux numéros des notes ***Anecdotes sur quelques espèces rencontrées***.
R, RR, RRR : niveau de rareté en Île de France (Échelle du CBNBP, 2016) ;
* : espèce protégée en Île de France.

Tableau 1. Flore des sables calcaro-siliceux de la plaine de Chanfroy.

Taxon	Famille
Achillea millefolium L.	Asteraceae
Agrimonia eupatoria L.	Rosaceae
Aira caryophyllea L.	Poaceae
Aira praecox L.	Poaceae
Allium sp.	Amaryllidaceae
Alyssum alyssoides (L.) L.	Brassicaceae
Amelanchier ovalis Medik. subsp. *ovalis* *** RR**	Rosaceae
Anemone pulsatilla L. **R**	Ranunculaceae
Anisantha sterilis (L.) Nevski	Poaceae
Anthyllis vulneraria L. subsp. *vulneraria*	Fabaceae
Apera interrupta (L.) P.Beauv.	Poaceae
Arabis hirsuta (L.) Scop.	Brassicaceae
Arabidopsis thaliana (L.) Heynh.+	Brassicaceae
Arenaria serpyllifolia L.	Caryophyllaceae
Armeria arenaria (Pers.) Schult. subsp. *arenaria*	Plumbaginaceae
Asperula cynanchica L.	Rubiaceae
Bromus hordeaceus L.	Poaceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Carex ericetorum Pollich **(1)**	Cyperaceae
Carex humilis Leysser	Cyperaceae
Cerastium arvense L. subsp. *arvense*	Caryophyllaceae
Cerastium fontanum Baumg. subsp. *vulgare*	Caryophyllaceae
Cerastium cf. pumillum Curtis	Caryophyllaceae
Cerastium semidecandrum L.	Caryophyllaceae
Cistus umbellatus L. subsp. *umbellatus* *** RRR**	Cistaceae
Clinopodium acinos (L.) Kuntze	Lamiaceae
Corynephorus canescens (L.) P.Beauv.	Poaceae
Crataegus monogyna Jacq.	Rosaceae
Cytisus scoparius (L.) Link	Fabaceae
Dianthus carthusianorum L. subsp. *carthusianorum*	Caryophyllaceae
Draba verna L.	Brassicaceae
Erodium cicutarium (L.) L'Hér. subsp. *cicutarium*	Geraniaceae
Ervum tetraspermum L.	Fabaceae
Euphorbia cyparissias L.	Euphorbiaceae
Fallopia convolvulus (L.) Á.Löve	Polygonaceae
Festuca gr. *ovina*	Poaceae
Filipendula vulgaris Moench	Rosaceae
Fumana procumbens (Dunal) Gren.&Godr.	Cistaceae
Galium verum L. subsp. *verum*	Rubiaceae
Geranium molle L.	Geraniaceae
Geranium rotundifolium L.	Geraniaceae
Hedera helix L.	Araliaceae
Helianthemum apenninum (L.) Mill.	Cistaceae
Helianthemum nummularium (L.) Mill. **(2)**	Cistaceae

Himantoglossum hircinum (L.) Spreng.	Orchidaceae
Hippocrepis comosa L.	Fabaceae
Hypericum humifusum L.	Hypericaceae
Hypericum perforatum L.	Hyperocaceae
Hypochaeris glabra L. **R**	Asteraceae
Hypochaeris maculata L.*** RRR**	Asteraceae
Jacobea vulgaris Gaertn. subsp. *vulgaris*	Asteraceae
Koelaria macrantha (Ledeb.) Schult. subsp. *macrantha* **(3) R**	Poaceae
Lamium album L.	Lamiaceae
Lamium purpureum L.	Lamiaceae
Ligustrum vulgare L.	Oleaceae
Logfia minima (Sm.) Dumort. **R**	Asteraceae
Lotus corniculatus L. subsp. *corniculatus*	Fabaceae
Luzula campestris (L.) DC. subsp. *campestris*	Juncaceae
Mibora minima (L.) Desv.	Poaceae
Minuartia hybrida (Vill.) Schisck. **(4)**	Caryophyllaceae
Muscari comosum (L.) Mill.	Asparagaceae
Myosotis ramosissima Rochel subsp. *ramosissima*	Boraginaceae
Ononis natrix L.	Fabaceae
Orchis purpurea Huds.	Orchidaceae
Oreoselinum nigrum Delarbre **RR**	Apiaceae
Origanum vulgare L. subsp. *vulgare*	Lamiaceae
Pilosella officinarum Vaill.	Asteraceae
Pinus sylvestris L.	Pinaceae
Plantago lanceolata L.	Plantaginaceae
Poa bulbosa L.	Poaceae
Poa bulbosa L. subsp. *bulbosa* var. *vivipara* Borkh.	Poaceae
Poa pratensis L.	Poaceae
Polygonatum multiflorum (L.) All.	Asparagaceae
Polygonatum odoratum (Mill.) Druce	Asparagaceae
Potentilla montana Brot.	Rosaceae
Potentilla reptans L.	Rosaceae
Potentilla verna L.	Rosaceae
Poterium sanguisorba L.	Rosaceae
Prospero autumnale (L.) Speta	Asparagaceae
Prunus spinosa L.	Rosaceae
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	Dennstaedtiaceae
Quercus petraea (Mattuscka) Liebl. subsp. *petraea*	Fagaceae
Ranunculus bulbosus L.	Ranunculaceae
Rosa spinosissima L. subsp. *spinosissima* **(5) RR**	Rosaceae
Rumex acetosella L.	Polygonaceae
Saponaria officinalis L.	Caryophyllaceae
Saxifraga tridactylites L.	Saxifragaceae
Scabiosa canescens Waldst. & Kit. **(6) * RRR**	Caprifoliaceae
Sedum acre L.	Crassulaceae
Sedum album L.	Crassulaceae
Sedum rupestre L.	Crassulaceae
Seseli montanum L. subsp. *montanum*	Apiaceae
Silene conica L.	Caryophyllaceae
Silene otites (L.) Wibel **(7)**	Caryophyllaceae
Sorbus latifolia (Lam.) Pers.	Rosaceae
Sorbus torminalis (L.) Crantz	Rosaceae
Symphoricarpos albus (L.) S.F.Blake var. *laevigatus* (Fernald) S.F.Blake	Caprifoliaceae

Taraxacum sp.	Asteraceae
Taraxacum gr. *erytrospermum* Besser **(8)**	Asteraceae
Teesdalia nudicaulis (L.) R.Br. R	Brassicaceae
Teucrium chamaedrys L.	Lamiaceae
Teucrium scorodonia L.	Lamiaceae
Thesium humifusum DC.	Santalaceae
Thymus drucei Ronniger	Lamiaceae
Trinia glauca (L.) Dumort. subsp. *glauca* *** RRR**	Apiaceae
Tuberaria guttata (L.) Fourr. **R**	Cistaceae
Valerianella locusta (L.) Laterr.	Caprifoliaceae
Verbascum pulverulentum Vill.	Scrophulariaceae
Veronica arvensis L.	Plantaginaceae
Veronica gr. *hederifolia* L.	Plantaginaceae
Veronica spicata L. subsp. *spicata* **RR**	Plantaginaceae
Vincetoxicum hirundinaria Medik.	Apocynaceae

Tableau 2. Flore de la bétulaie pauvre au lit-dit *La Queue de la Vache*.

Taxon	Famille
Alliaria petiolata (M. Bieb.) Cavara&Grande	Brassicaceae
Asplenium trichomanes L. subsp. *quadrivalens* D.E.Mey	Aspleniaceae
Betula pendula Roth **(9)**	Betulaceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Cerastium glomeratum Thuill.	Caryophyllaceae
Crataegus germanica (L.) Kuntze	Rosaceae
Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.	Bryophytes - Hypnales
Erica cinerea L. **(10)**	Ericaceae
Festuca filiformis Pourr.	Poaceae
Ficaria verna Huds.	Ranunculaceae
Galium aparine L.	Rubiaceae
Goodyera repens (L.) R.Br. **(11)**	Orchidaceae
Hieracium umbellatum L.	Asteraceae
Hypochaeris radicata L.	Asteraceae
Ilex aquifolium L.	Aquifoliaceae
Loncomelos pyrenaicum (L.) J.Holub subsp. *pyrenaicum*	Asparagaceae
Molinia caerulea (L.) Moench **(12)**	Poaceae
Pinus nigra Arnold subsp. *nigra*	Pinaceae
Pinus sylvestris L.	Pinaceae
Pinus sylvestris avec greffe de *Pinus nigra* Arnold subsp. *laricio* (Poir.) Maire	Pinaceae
Poa annua L. subsp. *annua*	Poaceae
Potentilla neglecta Baumg.	Rosaceae
Prunella vulgaris L.	Lamiaceae
Prunus spinosa L.	Rosaceae
Teucrium scorodonia L.	Lamiaceae
Viola riviniana Rchb.	Violaceae

Tableau 3. Flore de la chênaie pubescente sur calcaire au lieu-dit *La Queue de la Vache*.

Taxon	Famille
Arenaria grandiflora L. subsp. *grandiflora* **(13)**	Caryophyllaceae
Argentina anserina (L.) Rydb.	Rosaceae
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv.	Poaceae
Carex montana L.	Cyperaceae
Euphorbia loreyi Jord. **(14)**	Euphorbiaceae
Globularia bisnagarica L. **R**	Plantaginaceae
Hornungia petraea (L.) Rchb.	Brassicaceae
Hypochaeris maculata L. *** RRR**	Asteraceae
Lonicera periclymenum L. subsp. *periclymenum*	Caprifoliaceae
Polygala vulgaris L. subsp. *vulgaris*	Polygalaceae
Potentilla montana Brot. **(15)**	Rosaceae
Quercus petraea (Mattuscka) Liebl. *subsp. petraea*	Fagaceae
Quercus pubescens Willd.	Fagaceae
Ruscus aculeatus L.	Asparagaceae
Scorzonera austriaca Willd. *** RRR**	Asteraceae
Sesleria caerulea (L.) Ard. subsp. *caerulea*	Poaceae
Sorbus latifolia (Lam.) Pers. **(16)**	Rosaceae
Teucrium montanum L.	Lamiaceae
Veronica spicata L. subsp. *spicata* **(17) RR**	Plantaginaceae

Tableau 4. Flore des landes à callune au lieu-dit *La Queue de la Vache*.

Taxon	Famille
Anemone pulsatilla L. **R**	Ranunculaceae
Anthericum ramosum L. **RR**	Asparagaceae
Betula pendula Roth	Betulaceae
Calamagrostis epigejos (L.) Roth subsp. *epigejos*	Poaceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Clinopodium vulgare L.	Lamiaceae
Cytisus scoparius (L.) Link	Fabaceae
Festuca filiformis Pourr.	Poaceae
Fragaria vesca L.	Rosaceae
Genista pilosa L. subsp. *pilosa* **RR**	Fabaceae
Hypochaeris radicata L.	Asteraceae
Minuartia hybrida (Vill.) Schisck.	Caryophyllaceae
Ranunculus gramineus L. *** RRR**	Ranunculaceae
Veronica arvensis L.	Plantaginaceae

Tableau 5. Flore des landes sur les sables siliceux et des chaos gréseux

Taxon	Famille
Aira praecox L.	Poaceae
Aira caryophyllea L.	Poaceae
Anthoxanthum odoratum L.	Poaceae
Aphanes cf. *arvensis* L.	Rosaceae
Armeria arenaria (Pers.) Schult. subsp. *arenaria* **(18) R**	Plumbaginaceae
Bellis perennis L.	Asteraceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Campylopus introflexus (Hedw.) Brid.	Bryophytes- Dicranales
Cardamine hirsuta L.	Brassicaceae
Carex hirta L.	Cyperaceae
Cerastium semidecandrum L.	Caryophyllaceae
Crassula tillaea Lest.Garl. **RR**	Crassulaceae
Erodium cicutarium (L.) L'Hér. subsp. *cicutarium*	Geraniaceae
Hieracium gr. *umbellatum* L.	Asteraceae
Hypochaeris glabra L. **(19) RR**	Asteraceae
Hypochaeris radicata L.	Asteraceae
Logfia minima (Sm.) Dumort. **R**	Asteraceae
Luzula campestris (L.) DC. subsp. *campestris*	Juncaceae
Mibora minima (L.) Desv.	Poaceae
Ornithopus perpusillus L. **R**	Fabaceae
Plantago coronopus L. subsp. *coronopus*	Plantaginaceae
Poa bulbosa L.	Poaceae
Polytrichum juniperinum Hedw.	Bryophytes- Polytricales
Potentilla neglecta Baumg.	Rosaceae
Rhizocarpon geographicum	Lichen - Lecanorales
Rosa spinosissima L. subsp. *spinosissima* **RR**	Rosaceae
Rumex acetosella L.	Polygonaceae
Scleranthus annuus L. **(20)**	Caryophyllaceae
Spergularia morisonii Boreau **(21**)	Caryophyllaceae
Stellaria media (L.) Vill.	Caryophyllaceae
Stellaria pallida (Dumort.) Piré **(22)**	Caryophyllaceae
Taraxacum gr. *erythrospermum* Besser	Asteraceae
Teesdalia nudicaulis (L.) R.Br. **R**	Brassicaceae
Tuberaria guttata (L.) Fourr. **R**	Cistaceae
Veronica arvensis L.	Plantaginaceae
Veronica verna L. subsp. *verna* **(23) RRR**	Plantaginaceae

Tableau 6. Flore rencontrée dans les lande à callune

Taxon	Famille
Anemone pulsatilla L.	Ranunculaceae
Asplenium adianthum-nigrum L. var. *adiantum-nigrum*	Aspleniaceae
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv.	Poaceae
Calamagrostis epigejos (L.) Roth subsp. *epigejos*	Poaceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Campanula rotundifolia L. subsp. *rotundifolia*	Campanulaceae
Carex pilulifera L. subsp. *pilulifera*	Cyperaceae
Carpinus betulus L.	Betulaceae
Castanea sativa Mill.	Fagaceae
Cistus umbellatus L. subsp. *umbellatus* *** RRR**	Cistaceae
Corylus avellana L.	Betulaceae
Crataegus monogyna Jacq.	Rosaceae
Cytisus scoparius (L.) Link	Fabaceae
Euonymus europaeus L.	Celastraceae
Fragaria vesca L.	Rosaceae
Frangula alnus Mill. subsp. *alnus*	Rhamnaceae
Genista pilosa L. subsp. *pilosa* **RR**	Fabaceae
Geum urbanum L.	Rosaceae
Hieracium maculatum Schrank	Asteraceae
Jacobea vulgaris Gaertn. subsp. *vulgaris*	Asteraceae
Juncus bufonius L.	Juncaceae
Lonicera periclymenum L. subsp. *periclymenum*	Caprifoliaceae
Luzula campestris (L.) DC. subsp. *campestris*	Juncaceae
Luzula multiflora (Ehrh.) Lej. subsp. *muliflora*	Juncaceae
Malus sp.	Rosaceae
Pilosella officinarum Vaill.	Asteraceae
Poa pratensis L.	Poaceae
Polygonatum odoratum (Mill.) Druce	Asparagaceae
Polypodium vulgare L.	Polypodiaceae
Polytrichum formosum Hedw.	Bryophytes - Polytricales
Populus alba L.	Salicaceae
Populus tremula L.	Salicaceae
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	Dennstaedtiaceae
Ranunculus paludosus Poir.	Ranunculaceae
Robinia pseudoacacia L.	Fabaceae
Rosa kl. *rubiginosa* L.	Rosaceae
Rosa spinosissima L. subsp. *spinosissima* **RR**	Rosaceae
Senecio inequidens DC.	Asteraceae
Senecio vulgaris L. subsp. *vulgaris*	Asteraceae
Solidago virgaurea L.	Asteraceae
Teucrium scorodonia L.	Lamiaceae
Veronica spicata L. subsp. *spicata* **RR**	Plantaginaceae
Vincetoxicum hirundinaria Medik.	Apocynaceae

Tableau 7. Flore des landes de la platière de grès du Laris-qui-Parle

Taxon	Famille
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Danthonia decumbens (L.) DC. *subsp. decumbens*	Poaceae
Erica tetralix L. **(24)**	Ericaceae
Juncus bufonius L.	Juncaceae
Juncus squarrosus L.	Juncaceae
Molinia caerulea (L.) Moench	Poaceae
Sphagnum sp.	Bryophytes - Sphagnaceae

Tableau 8. Flore de la chênaie sur calcaire d'Étampes

Taxon	Famille
Acer platanoides L.	Sapindaceae
Acer pseudoplatanus L.	Sapindaceae
Agrimonia eupatoria L.	Rosaceae
Alliaria petiolata (M. Bieb.) Cavara&Grande	Brassicaceae
Anthericum ramosum L. **RR**	Asparagaceae
Asplenium adianthum-nigrum L. var. *adiantum-nigrum*	Aspleniaceae
Betonica officinalis L. subsp. *officinalis*	Lamiaceae
Campanula rotundifolia L. subsp. *rotundifolia*	Campanulaceae
Carex flacca Schreb. subsp. *flacca*	Cyperaceae
Castanea sativa Mill.	Fagaceae
Clematis vitalba L.	Ranunculaceae
Cornus sanguinea L.	Cornaceae
Corylus avellana L.	Betulaceae
Crataegus monogyna Jacq_	Rosaceae
Euonymus europaeus	Celastraceae
Fragaria vesca L.	Rosaceae
Fraxinus excelsior L.	Oleaceae
Geum urbanum L.	Rosaceae
Hedera helix L.	Araliaceae
Holcus lanatus L. subsp. *lanatus*	Poaceae
Ilex aquifolium L.	Aquifoliaceae
Juncus tenuis Wild. subsp. *tenuis*	Juncaceae
Lactuca muralis (L.) Gaertn.	Asteraceae
Leucobryum glaucum (Hedw.) Ångstr.	Bryophytes - Dicranales
Luzula campestris (L.) DC. subsp. *campestris* **(25)**	Juncaceae
Polygonatum odoratum (Mill.) Druce	Asparagaceae
Polypodium interjectum Shivas	Polypodiaceae
Populus alba L.	Salicaceae
Populus tremula L.	Salicaceae
Prunus avium L.	Rosaceae
Prunus mahaleb L.	Rosaceae
Prunus serotina Ehrh. **(26)**	Rosaceae
Ranunculus paludosus Poir.	Ranunculaceae

Robinia pseudacacia L.	Fabaceae
Rosa kl. *rubiginosa* L. **(27)**	Rosaceae
Rumex sanguineus L.	Polygonaceae
Saponaria officinalis L.	Caryophyllaceae
Sesleria caerulea (L.) Ard. subsp. *caerulea*	Poaceae
Solidago canadensis L.	Asteraceae
Solidago virgaurea L.	Asteraceae
Teucrium scorodonia L.	Lamiaceae
Tilia cordata Mill.	Malvaceae
Veronica officinalis L.	Plantaginaceae
Vincetoxicum hirundinaria Medik.	Apocynaceae
Viola riviniana Rchb.	Violaceae

Tableau 9. Les espèces de la chênaie sessiliflore du site des Couleuvreux

Taxons	Familles
Agrimonia eupatoria L.	Rosaceae
Aira caryophyllea L.	Poaceae
Alliaria petiolata (M.Bieb.) Cavara & Grande	Brassicaceae
Betula pendula Roth	Betulaceae
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv.	Poaceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Clematis vitalba L.	Ranunculaceae
Clinopodium acinos (L.) Kuntze	Lamiaceae
Clinopodium vulgare L.	Lamiaceae
Cornus sanguinea L. **(28)**	Cornaceae
Crataegus germanica (L.) Kuntze	Rosaceae
Crataegus monogyna Jacq.	Rosaceae
Cytisus scoparius (L.) Link	Fabaceae
Daucus carota L. subsp. *carota* var. *carota*	Apiaceae
Euphorbia amygdaloides L. subsp. *amygdaloides*	Euphorbiaceae
Hornungia petraea (L.) Rchb.	Brassicaceae
Hypericum perforatum L.	Hypericaceae
Juncus inflexus L.	Juncaceae
Ligustrum vulgare L. **(29)**	Oleaceae
Lithospermum officinale L.	Boraginaceae
Lonicera xylosteum L. **(30)**	Caprifoliaceae
Lycopsis arvensis L.	Boraginaceae
Molinia caerulea (L.) Moench	Poaceae
Muscari comosum (L.) Mill.	Asparagaceae
Plantago major L.	Plantaginaceae
Pleurozium schreberi (Willd. ex Brid.) Mitt.	Bryophte - Hypnale
Poa annua L. subsp. *annua*	Poaceae
Poa nemoralis L. subsp. *nemoralis*	Poaceae
Populus tremula L.	Salicaceae
Potentilla erecta (L.) Räusch **(31)**	Rosaceae
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	Dennstaedtiaceae

Quercus petraea (Matt.) Liebl. subsp. *petraea*	Fagaceae
Quercus robur L.	Fagaceae
Rosa spinosissima L. subsp. *spinosissima*	Rosaceae
Salix hybride **(32)**	Salicaceae
Pseudoscleropodium purum (Hedw.) M. Fleisch.	Bryophte - Hypnale
Solidago virgaurea L.	Asteraceae
Stellaria media (L.) Vill.	Caryophyllaceae
Teucrium scorodonia L.	Lamiaceae
Ulmus minor Mill.	Ulmaceae

Tableau 10. Flore des mares de la platière aux Couleuvreux

Taxons	Familles
Aira praecox L.	Poaceae
Arenaria serpyllifolia L.	Caryophyllaceae
Aulacomnium palustre (Hedw.) Schwägr.	Bryophyte- Bryale
Bellis perennis L.	Asteraceae
Betula pendula Roth	Betulaceae
Betula pubescens Ehrh.	Betulaceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Carex flacca Schreb. subsp. *flacca*	Cyperaceae
Carex vesicaria L. **(33)**	Cyperaceae
Cerastium glomeratum Thuill.	Caryophyllaceae
Draba verna L.	Brassicaceae
Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P. Fuchs	Pteridiaceae
Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult.	Cyperaceae
Festuca heterophylla Lam.	Poaceae
Fragaria vesca L.	Rosaceae
Frangula alnus Mill. subsp. *alnus* **(34)**	Rhamnaceae
Glyceria fluitans (L.) R.Br. **(35)**	Poaceae
Hedera helix L.	Araliaceae
Hydrocotyle vulgaris L.	Araliaceae
Hypericum humifusum L.	Hypericaceae
Hypochaeris glabra L.	Asteraceae
Hypochaeris radicata L.	Asteraceae
Ilex aquifolium L.	Aquifoliaceae
Isolepis fluitans (L.) R.Br. **(36) RRR** *	Cyperaceae
Juncus bufonius L.	Juncaceae
Juncus effusus L.	Juncaceae
Juncus squarrosus L. **RRR**	Juncaceae
Leucobryum glaucum (Hedw.) Ångstr. **(37)**	Bryophyte - Dicraniale
Ligustrum vulgare L.	Oleaceae
Lysimachia vulgaris L.	Primulaceae
Molinia cærulea (L.) Moench	Poaceae
Neottia ovata (L.) Bluff & Fingerh. **(38)**	Orchidaceae
Ononis spinosa L. subsp. *procurrens* (Wallr.) Briq. **(39)**	Fabaceae
Plantago lanceolata L.	Plantaginaceae

Polytrichum commune Hedw.	Bryophyte - Polytrichale
Potentilla erecta (L.) Räusch.	Rosaceae
Potentilla montana Brot.	Rosaceae
Potentilla reptans L.	Rosaceae
Potentilla verna L.	Rosaceae
Ranunculus flammula L.	Ranunculaceae
Ranunculus nodiflorus L. **(40) RRR** *	Ranunculaceae
Ranunculus paludosus Poir.	Ranunculaceae
Ranunculus sardous Crantz	Ranunculaceae
Ranunculus trichophyllus Chaix	Ranunculaceae
Ranunculus tripartitus D.C. **(41) RRR ***	Ranunculaceae
Rumex acetosella L.	Polygonaceae
Sagina apetala Ard.	Caryophyllaceae
Salix caprea L.	Salicaceae
Scutellaria columnae All. subsp. *columnae* **(42)**	Lamiaceae
Sedum album L.	Crassulaceae
Spergula morisonii Boreau	Caryophyllaceae
Sphagnum sp.	Bryophyte - Sphagnaceae
Succisa pratensis Moench	Dipsacaceae
Teesdalia nudicaulis (L.) R.Br.	Brassicaceae
Trifolium dubium Sibth.	Fabaceae
Tuberaria guttata (L.) Fourr.	Cistaceae
Utricularia australis R.Br.	Lentibulariaceae
Utricularia minor L.	Lentibulariaceae
Verbascum lychnitis L.	Scrophulariaceae
Veronica arvensis L.	Plantaginaceae
Veronica scutellata L.	Plantaginaceae

Tableau 11. Flore de la platière de Meun

Taxons	**Familles**
Achillea millefolium L.	Asteraceae
Aira præcox L.	Poaceae
Allium vineale L. **(43)**	Amaryllidaceae
Alopecurus geniculatus L.	Poaceae
Anacamptis morio (L.) R.M. Bateman **(44)**	Orchidaceae
Anisantha sterilis (L.) Nevski	Poaceae
Anthoxanthum odoratum L.	Poaceae
Aphanes arvensis L.	Rosaceae
Aphanes australis Rydb.	Rosaceae
Arenaria serpyllifolia L.	Caryophyllaceae
Bellis perennis L.	Asteraceae
Bromus hordeaceus L.	Poaceae
Callitriche hamulata W.D.J. Koch **(45)**	Plantaginaceae
Carex acutiformis Ehrh.	Cyperaceae
Carex riparia Curtis	Cyperaceae
Cerastium glomeratum Thuill.	Caryophyllaceae

Convolvulus arvensis L.	Convolvulaceae
Crassula vaillantii (Willd.) Roth **RRR ***	Crassulaceae
Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult.	Cyperaceae
Erodium cicutarium (L.) L'Hér. subsp. *cicutarium*	Geraniaceae
Ervilia hirsuta (L.) Opiz ou *Ervum tetraspermum* L.	Fabaceae
Eryngium campestre L.	Apiaceae
Euphorbia cyparissias L.	Euphorbiaceae
Festuca longifolia Thuill. **RRR (46)**	Poaceae
Galium aparine L.	Rubiaceae
Galium palustre L.	Rubiaceae
Galium verum L. subsp. *verum*	Rubiaceae
Geranium columbinum L.	Geraniaceae
Geranium dissectum L.	Geraniaceae
Geranium molle L.	Geraniaceae
Glyceria fluitans (L.) R.Br.	Poaceae
Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.	Poaceae
Helianthemum nummularium (L.) Mill.	Cistaceae
Helosciadium nodiflorum (L.) W.D.J. Koch **RRR ***	Apiaceae
Hylotelephium telephium (L.) Ohba	Crassulaceae
Hypericum humifusum L.	Hypericaceae
Hypericum perforatum L.	Hypericaceae
Hypochaeris glabra L.	Asteraceae
Hypochaeris radicata L.	Asteraceae
Illecebrum verticillatum L. **RRR ***	Illecebraceae
Jacobea vulgaris Gaertn. subsp. *vulgaris*	Asteraceae
Juncus bufonius L.	Juncaceae
Juncus effusus L.	Juncaceae
Koeleria pyramidata (Lam.) P. Beauv. subsp. *pyramidata*	Poaceae
Lamium amplexicaule L.	Lamiaceae
Lamium purpureum L.	Lamiaceae
Lemna minor L.	Araceae
Logfia minima (Sm.) Dumort. **(47)**	Asteraceae
Lolium perenne L.	Poaceae
Lycopus europaeus L.	Lamiaceae
Lythrum portula (L.) D.A. Webb	Lythraceae
Malva neglecta Wallr.	Malvaceae
Mentha suaveolens Ehrh.	Lamiaceae
Moehringia trinervia (L.) Clairv.	Caryophyllaceae
Moenchia erecta (L.) P. Gaertn., B.Mey. & Scherb.	Caryophyllaceae
Montia hallii (A. Gray) E.L. Greene **(48)**	Montiaceae
Myosotis discolor Pers.	Boraginaceae
Myosotis ramosissima Rochel subsp. *ramosissima*	Boraginaceae
Ophioglossum vulgatum L. **RR**	Ophioglossaceae
Ornithopus perpusillus L.	Fabaceae
Phleum pratense L.	Poaceae
Plantago lanceolata L.	Plantaginaceae
Poa annua L. subsp. *annua*	Poaceae
Poa bulbosa L.	Poaceae

Poa pratensis L.	Poaceae
Polygonatum odoratum (Mill.) Druce	Polygalaceae
Potamogeton natans L.	Potamogetonaceae
Potentilla neglecta Baumg.	Rosaceae
Prospero autumnale (L.) Speta **(49)**	Asparagaceae
Ranunculus nodiflorus L.	Ranunculaceae
Ranunculus paludosus Poir.	Ranunculaceae
Ranunculus sardous Crantz	Ranunculaceae
Ranunculus trichophyllus Chaix	Ranunculaceae
Riccia fluitans L.	Bryophyte - Marchantiale
Rorippa amphibia (L.) Besser	Brassicaceae
Rumex acetosa L. subsp. *acetosa*	Polygonaceae
Rumex thyrsiflorus Fingerh.	Polygonaceae
Salix cinerea L.	Salicaceae
Saxifraga granulata L. **(50)**	Saxifragaceae
Saxifraga tridactylites L.	Saxifragaceae
Schedonorus arundinaceus (Schreb.) Dumort.	Poaceae
Scleranthus annuus L.	Caryophyllaceae
Scleropodium purum (Hedw.) Limpr.	Bryophyte- Hypnale
Sedum album L.	Crassulaceae
Sedum rupestre L.	Crassulaceae
Sedum villosum L. **RRR ***	Crassulaceae
Sparganium sp.	Typhaceae
Spergula morisonii Boreau	Caryophyllaceae
Spergula segetalis (L.) Vill. **RRR**	Caryophyllaceae
Teesdalia nudicaulis (L.) R.Br.	Brassicaceae
Teucrium scorodonia L.	Lamiaceae
Trifolium dubium Sibth.	Fabaceae
Trifolium ornithopodioides L. **RRR * (51)**	Fabaceae
Trifolium scabrum L. subsp. *scabrum* **RR**	Fabaceae
Trifolium striatum L. **RR**	Fabaceae
Trifolium subterraneum L. **RRR**	Fabaceae
Tuberaria guttata (L.) Fourr.	Cistaceae
Utricularia australis R.Br. **R ***	Lentibulariaceae
Valerianella eriocarpa Desv.	Caprifoliaceae
Valerianella locusta (L.) Laterr.	Caprifoliaceae
Verbascum pulverulentum Vill.	Scrophulariaceae
Veronica arvensis L.	Plantaginaceae
Veronica scutellata L.	Plantaginaceae
Vicia sativa L.	Fabaceae
Vicia segetalis Thuill. **(52)**	Fabaceae
Vulpia bromoides (L.) Gray	Poaceae

Tableau 12. Flore observée en bord de champs et sur le chemin d'accès a proximité du site de la platière de Meun.

Taxons	Familles
Aira caryophyllea L.	*Poaceae*
Anthriscus caucalis M.Bieb. **(53)**	*Apiaceae*
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm.	*Apiaceae*
Caucalis platycarpos L.	*Apiaceae*
Coronilla varia L.	*Fabaceae*
Dianthus carthusianorum L. subsp. *carthusianorum*	*Caryophyllaceae*
Eryngium campestre L.	*Apiaceae*
Helianthemum nummularium (L.) Mill.	*Cistaceae*
Hypericum perforatum L.	*Hypericaceae*
Himantoglossum hircinum (L.) Spreng.	*Orchidaceae*
Hornungia petrea (L.) Rchb.	*Brassicaceae*
Luzula campestris (L.) DC. subsp. *campestris*	*Juncaceae*
Lycopsis arvensis L.	*Boraginaceae*
Melampyrum pratense L.	*Orobanchaceae*
Muscari comosum (L.) Mill.	*Asparagaceae*
Onopordum acanthium L.	*Asteraceae*
Orchis purpurea Huds.	*Orchidaceae*
Poa bulbosa L.	*Poaceae*
Rumex conglomeratus Murray	*Polygonaceae*
Scandix pecten-veneris L. subsp. *pecten-veneris*	*Apiaceae*
Scleropodium sp.	*Bryophyte - Hypnale*
Torilis nodosa (L.) Gaertn. **(54)**	*Apiaceae*
Vicia faba L. **(55)**	*Fabaceae*
Viola arvensis Murray	*Violaceae*
Xanthium spinosum L.	*Asteraceae*

Tableau 13. Flore rencontrée dans le sous-bois sur le chemin menant à la mare aux Fées.

Taxons	Familles
Anemone nemorosa L.	Ranunculaceae
Athyrium filix femina (L.) Roth	Pteridiaceae
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.	Poaceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Carex leporina L.	Cyperaceae
Carex sylvatica Huds. subsp. *sylvatica*	Cyperaceae
Clematis vitalba L.	Ranunculaceae
Circea lutetiana L.	Onagraceae
Crataegus germanica (L.) Kuntze	Rosaceae
Dryopteris filix-mas (L.) Schott	Pteridiaceae
Euphorbia amygdaloides L. subsp. *amygdaloides*	Euphorbiaceae
Fagus sylvatica L.	Fagaceae
Hedera helix L.	Araliaceae
Luzula forsteri (Sm.) DC.	Juncaceae

Melica uniflora Retz.	Poaceae
Melittis melissophyllum L. subsp. *melissophyllum*	Lamiaceae
Pinus nigra Arnold subsp. *laricio* (Poir.) Maire greffé sur *Pinus sylvestris* (L.)	Pinaceae
Sanicula europaea L.	Apiaceae
Ulmus glabra Huds.	Ulmaceae
Veronica hederifolia L.	Plantaginaceae

Tableau 14. Flore de la mare aux Fées.

Taxons	Familles
Acer campestre L.	Sapindaceae
Alisma plantago-aquatica L.	Alismataceae
Anemone nemorosa L.	Ranunculaceae
Bidens frondosa L.	Asteraceae
Carex acuta L. **(56)**	Cyperaceae
Carex leporina L.	Cyperaceae
Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult.	Cyperaceae
Equisetum arvense L.	Equisetaceae
Equisetum fluviatile L.	Equisetaceae
Euphorbia amygdaloides L. subsp. *amygdaloides*	Euphorbiaceae
Festuca longifolia Thuill. **RRR**	Poaceae
Galium palustre L.	Rubiaceae
Glyceria fluitans (L.) R.Br.	Poaceae
Helosciadium inundatum (L.) W.D.J. Koch **RRR ***	Apiaceae
Hydrocotyle vulgaris L.	Araliaceae
Hypericum humifusum L.	Hypericaceae
Iris pseudacorus L. **(57)**	Iridaceae
Juncus tenuis Willd.	Juncaceae
Lemna minor L.	Lemnaceae
Lemna trisulca L. **(58)**	Lemnaceae
Lysimachia vulgaris L.	Primulaceae
Molinia cærulea (L.) Moench	Poaceae
Myriophyllum spicatum L.	Haloragaceae
Potamogeton natans L.	Potamogetonaceae
Ranunculus flammula L.	Ranunculaceae
Schedonorus giganteus (L.) Holub	Poaceae
Scrophularia nodosa L.	Scrophulariaceae
Sparganium erectum L.	Typhaceae
Ulmus glabra Huds.	Ulmaceae
Utricularia australis R.Br.	Lentibulartiaceae
Veronica hederifolia L.	Plantaginaceae
Veronica scutellata L.	Plantaginaceae

Tableau 15. Végétation sur sables avec sols très pauvres et drainants des zones basses du site de la Croix du Grand Maître.

Taxons	Familles
Aira praecox L.	Poaceae
Amelanchier ovalis Medik. subsp. *ovalis* *	Rosaceae
Anemone pulsatilla L.	Ranunculaceae
Anthoxantum odoratum L.	Poaceae
Arabidopsis thaliana (L.) Heynh.	Brassicaceae
Betonica officinalis L. subsp. *officinalis*	Lamiaceae
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv.	Poaceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Campanula rotundifolia L. subsp. *rotundifolia*	Campanulaceae
Campylopus introflexus (Hedw.) Brid.	Bryophyta Dicranaceae
Carex pilulifera L. subsp. *pilulifera*	Cyperaceae
Cerastium arvense L. subsp. *arvense*	Caryophyllaceae
Cerastium fontanum Baumg. subsp. *vulgare*	Caryophyllaceae
Cerastium glomeratum Thuill.	Caryophyllaceae
Cerastium semidecandrum L.	Caryophyllaceae
Crataegus monogyna Jacq.	Rosaceae
Cytisus scoparius (L.) Link	Fabaceae
Dicranum scoparium Hedw.	Bryophyta Dicranaceae
Erica scoparia L. subsp. *scoparia*	Ericaceae
Euphorbia cyparissias L.	Euphorbiaceae
Fagus sylvatica L.	Fagaceae
Fallopia convolvulus (L.) Á.Löve	Polygonaceae
Festuca filiformis Pourr.	Poaceae
Filago pyramidata L.	Asteraceae
Filipendula vulgaris Moench	Rosaceae
Galium aparine L.	Rubiaceae
Galium verum L. subsp. *verum*	Rubiaceae
Genista sagittalis L.	Fabaceae
Helianthemum nummularium (L.) Mill.	Cistaceae
Hieracium lachenalii Suter	Asteraceae
Hippocrepis comosa L.	Fabaceae
Hypochaeris radicata L.	Asteraceae
Ilex aquifolium L.	Aquifoliaceae
Leucobryum glaucum (Hedw.) Ångstr.	Bryophyta Dicranaceae
Ligustrum vulgare L.	Oleaceae
Lofgia mínima (Sm.) Dumort.	Asteraceae
Lonicera periclymenum L. subsp. *periclymenum*	Caprifoliaceae
Luzula campestris (L.) DC. subsp. *campestris*	Juncaceae
Moehringia trinervia (L.) Clairv.	Caryophyllaceae
Muscari comosum (L.) Mill.	Asparagaceae
Pilosella officinarum Vaill.	Asteraceae
Pinus sylvestris L.	Pinaceae
Poa annua L. subsp. *annua*	Poaceae
Polygonatum odoratum (Mill.) Druce	Asparagaceae

Polytrichum juniperum Hedw.	Bryophyta Polytrichaceae
Potentilla verna L.	Rosaceae
Poterium sanguisorba L.	Rosaceae
Prunus spinosa L.	Rosaceae
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	Dennstaedtiaceae
Quercus petraea (Mattuscka) Liebl. subsp. *petraea*	Fagaceae
Rumex acetosella L.	Polygonaceae
Scleranthus annuus L.	Caryophyllaceae
Sinapis arvensis L.	Brassicaceae
Sorbus aucuparia L.	Rosaceae
Sorbus latifolia (Lam.) Pers. *****	Rosaceae
Sorbus torminalis (L.) Crantz	Rosaceae
Stachys recta L. subsp. *recta*	Lamiaceae
Teucrium scorodonia L.	Lamiaceae
Thalictrum minus subsp.saxatile Ces. *****	Ranunculaceae
Vicia faba L.	Fabaceae
Viola riviniana Rchb.	Violaceae

Tableau 16. Flore observée en montant dans le chaos gréseux vers le sommet du mont.

Taxons	**Familles**
Anemone nemorosa L.	Ranunculaceae
Bellis perennis L.	Asteraceae
Betula pendula Roth	Betulaceae
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv.	Poaceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Carex flacca Schreb. subsp. *flacca*	Cyperaceae
Cervaria rivini Gaertn.	Apiaceae
Clematis vitalba L.	Ranunculaceae
Convallaria majalis L.	Asparagaceae
Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P.Fuchs	Dryopteridaceae
Euphorbia loreyi Jord.	Euphorbiaceae
Fagus sylvatica L.	Fagaceae
Frangula alnus Mill. subsp. *alnus*	Rhamnaceae
Hedera helix L.	Araliaceae
Jacobea vulgaris Gaertn. subsp. *vulgaris*	Asteraceae
Juniperus communis L. subsp. *communis*	Cupressaceae
Lactuca muralis (L.) Gaertn.	Asteraceae
Lithospermum officinale L.	Boraginaceae
Molinia caerulea (L.) Moench	Poaceae
Origanum vulgare L. subsp. *vulgare*	Lamiaceae
Phyteuma orbiculare L. subsp. *tenerum* (R. Schultz) P.Fourn.	Campanulaceae
Pinus nigra Arnold *subsp. laricio* (Poir.) Maire greffé *sur Pinus sylvestris* L.	Pinaceae
Prunella vulgaris L.	Lamiaceae
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	Dennstaedtiaceae
Quercus petraea (Mattuscka) Liebl. subsp. *petraea*	Fagaceae

Sesleria caerulea (L.) Ard. subsp. *caerulea*	Poaceae
Sorbus aria (L.) Crantz	Rosaceae
Sorbus aucuparia L.	Rosaceae
Sorbus latifolia (Lam.) Pers. *****	Rosaceae
Teucrium chamaedrys L.	Lamiaceae
Teucrium scorodonia L.	Lamiaceae
Veronica spicata L. subsp. *spicata*	Plantaginaceae
Vincetoxicum hirundinaria Medik.	Apocynaceae
Viola hirta L.	Violaceae

Tableau 17. Flore observée en abordant le plateau calcaire.

Taxons	Familles
Acer pseudoplatanus L.	Sapindaceae
Agrimonia eupatoria L.	Rosaceae
Anthericum liliago L.	Asparagaceae
Anthericum ramosum L.	Asparagaceae
Asperula cynanchica L.	Rubiaceae
Asperula tinctoria L.	Rubiaceae
Bellis perennis L.	Asteraceae
Bromopsis erecta (Huds.) Fourr. subsp. *erecta*	Poaceae
Bupleuvrum falcatum L.	Apiaceae
Carex humilis Leysser	Cyperaceae
Carex flacca Schreb. subsp. *flacca*	Cyperaceae
Centaurea decipiens Thuill.	Asteraceae
Centaurea sp.	Asteraceae
Dactylis glomerata L.	Poaceae
Eupatorium cannabinum L. subsp. *cannabinum*	Asteraceae
Euphorbia loreyi Jord.	Euphorbiaceae
Festuca ovina L. *subsp. guestfalica* (Rchb.) K.Richt.	Poaceae
Geranium sanguineum L.	Geraniaceae
Heracleum sphondylium L. subsp. *sphondylium*	Apiaceae
Hippocrepis comosa L.	Fabaceae
Hypochaeris maculata L.	Asteraceae
Lactuca muralis (L.) Gaertn.	Asteraceae
Lathyrus linifolius (Reichard) Bässler	Fabaceae
Lotus corniculatus L. subsp. *corniculatus*	Fabaceae
Melampyrum pratense L.	Orobanchaceae
Melica uniflora Retz.	Poaceae
Crataegus germanica (L.) Kuntze	Rosaceae
Oreoselinum nigrum Delarbre	Apiaceae
Origanum vulgare L. subsp. *vulgare*	Lamiaceae
Peucedanum gallicum Latourr.	Apiaceae
Polygala vulgaris L. subsp. *vulgaris*	Polygalaceae
Potentilla verna L.	Rosaceae
Prunella vulgaris L.	Lamiaceae
Prunus serotina Ehrh.	Rosaceae

Pulmonaria longifolia (Bastard) Boreau subsp. *longifolia*	Boraginaceae
Seseli montanum L. subsp. *montanum*	Apiaceae
Betonica officinalis L. subsp. *officinalis*	Lamiaceae
Stachys recta L. subsp. *recta*	Lamiaceae
Teucrium chamaedrys L.	Lamiaceae
Teucrium scorodonia L.	Lamiaceae
Trifolium medium L. subsp. *medium*	Fabaceae
Trifolium rubens L.	Fabaceae

Tableau 18. Flore observée en descendant du plateau.

Taxons	Familles
Carex tomentosa L.	Cyperaceae
Carpinus betulus L.	Betulaceae
Castanea sativa Mill.	Fagaceae
Crataegus monogyna Jacq.	Rosaceae
Cytisus scoparius (L.) Link	Fabaceae
Fragaria vesca L.	Rosaceae
Fraxinus excelsior L.	Oleaceae
Galium pumilum Murray	Rubiaceae
Geranium sanguineum L.	Geraniaceae
Hieracium maculatum Schrank	Asteraceae
Hypericum montanum L.	Hypericaceae
Inula hirta L.	Asteraceae
Linum sp.	Linaceae
Lithospermum officinale L.	Boraginaceae
Platanthera chlorantha (Custer) Rchb.	Orchidaceae
Poa compressa L.	Poaceae
Prunus avium L.	Rosaceae
Scabiosa columbaria L.	Caprifoliaceae
Sorbus latifolia (Lam.) Pers.	Rosaceae
Vincetoxicum hirundinaria Medik.	Apocynaceae

Tableau 19. Flore observée dans les landes à Callune.

Taxons	Familles
Allium cf. sphaerocephalon L.	Amaryllidaceae
Anemone pulsatilla L.	Ranunculaceae
Calluna vulgaris (L.) Hull	Ericaceae
Carex humilis Leysser	Cyperaceae
Carex pilulifera L. subsp. *pilulifera*	Cyperaceae
Cistus umbellatus L. subsp. *umbellatus*	Cistaceae
Erica cinerea L.	Ericaceae
Genista pilosa L. subsp. *pilosa*	Fabaceae
Geranium sanguineum L.	Geraniaceae
Hieracium maculatum Schrank	Asteraceae

Ononis pusilla L. subsp. *pusilla*	Fabaceae
Parietaria judaica L.	Urticaceae
Picris hieracioides L. subsp. *hieracioides*	Asteraceae
Polygonatum odoratum (Mill.) Druce	Asparagaceae
Ranunculus gramineus L. *****	Ranunculaceae
Scorzonera austriaca Willd. *****	Asteraceae
Sedum rupestre L.	Crassulaceae
Stachys recta L. subsp. *recta*	Lamiaceae
Stellaria media (L.) Vill.	Caryophyllaceae
Teucrium montanum L.	Lamiaceae
Thymus drucei Ronniger	Lamiaceae
Veronica spicata L. subsp. *spicata*	Plantaginaceae

Planche photographique 1. Quelques espèces rencontrées dans les mares de la platière aux Couleuvreux. a) *Carex* x*vesiaria*; b) *Isolepis fluitans*; c) *Ranunculus nodiflorus*; d) *Ranunculus tripartitus*

Planche photographique 2. Quelques espèces forestières rencontrées au cours des trois journées.
a) *Crataegus germanica* ; b) *Ulmus glabra* ;
c) *Cynoglossum officinale* ; d) *Rosa spinosissima*

Planche photographique 3. Quelques espèces caractéristiques de la végétation des platières gréseuses, rencontrées sur la platière de Meun (1/2) ; a) Végétation de la platière près du village, plan large ; b) Auréoles de végétation autour des mares temporaires avec abondance de *Sedum album* et *Trifolium striatum*, c) *Myosotis discolor* ; d) *Trifolium striatum* ; e) *Spergula segetalis* ; f) *Saxifraga granulata*.

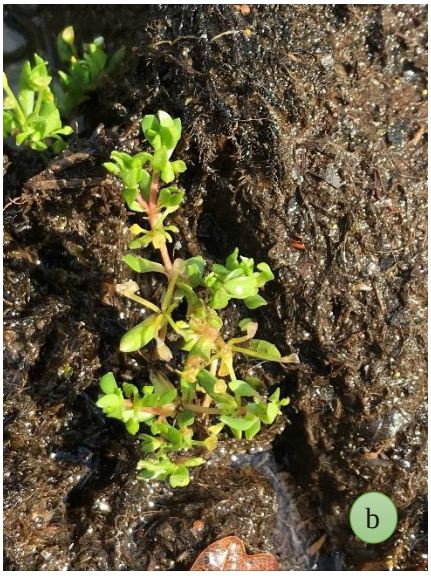


Planche photographique 4. Quelques espèces caractéristiques de la végétation des platières gréseuses, rencontrées sur la platière de Meun (2/2). a) *Sedum villosum*; b) *Montia arvensis*; c) *Ophioglossum vulgatum* ; d) *Crassula vaillantii*; e) *Ranunculus sardous*; f) *Illecebrum verticilatum* .

Planche 5. Quelques espèces d'hydrophytes rencontrés dans la Mare aux Fées. a) Vue générale de la Mare aux Fées; b) *Helosciadium inundatum*; c) *Lemna trisulca*; d) *Utricularia australis*.

J. Bot. Soc. Bot. France 98, 45-62 (2021)

L'effet de différents types de substrats à base de compost et fumier sur la croissance des plants du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière) et du chêne vert (*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.[1])

par Abdelhamid GUEDIRA[1], Badr SATRANI[1] , Salwa EL ANTRY[1] , Jamila DAHMANI[2], Mohamed SERRAR[3]

[1] Centre de Recherche Forestière, Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Charia Omar ibn Khattab, B.P. 763 Agdal.Rabat, Maroc.

[2] Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc.

[3] Station Régionale des Semences d'Azrou ; BP : 269, Azrou : 53100, Maroc.

RESUME : Le reboisement est un des grands axes menés par le Département des Eaux et Forêts. La qualité des plants est un des facteurs impératifs de réussite. L'objectif de notre étude est l'amélioration du substrat de culture, qui a un effet direct sur la qualité des plants forestiers. Le substrat à base de compost en matière organique peut être une alternative du terreau. Deux séries de composts ont été étudiées, la première série avec du fumier de caprin à raison de 5%, et la deuxième sans fumier. Chaque série se compose de quatre types de matériaux résiduels forestier compostés : résidu de cônes de cèdre ; feuilles et rameaux d'*Acacia mollissima* et feuilles et rameaux de chêne vert et aiguilles et rameaux de Pin d'Alep. Ils ont été testés à côté du terreau forestier sur deux essences forestières le cèdre *Cedrus atlantica* et le chêne vert *Quercus ilex* subsp. *ballota*. Les analyses physico-chimiques des différents substrats montrent clairement des différences en matière organique et en sels minéraux par rapport au terreau. Les meilleurs substituts du terreau forestier sont les substrats de compost à base d'*Acacia mollissima* ; de chêne et de pin d'Alep.

MOTS-CLES : reboisement, composts, cèdre, *Cedrus atlantica*, chêne vert, *Quercus ilex* subsp. *ballota, Acacia*, pin d'Alep.

ABSTRACT : Reforestation is one of the main axes led by Water and Forests Moroccan Department. The objective of our study is to improve the growing medium, which has a direct effect on the quality of forest plants. The compost-based substrate in organic matter can be an alternative to potting soil. Two series of composts were studied, the first series with goat manure at 5%, and the second without manure. Each series consists of four types of composted forest residual materials : cedar cone residue ; leaves and twigs of *Acacia mollissima* ; leaves and twigs of holm oak and needles and twigs of Aleppo pine. They were tested on two forest species the cedar *Cedrus atlantica* and the oak *Quercus ilex* subsp. *ballota*. The physico-chemical analyzes of the various substrates clearly show differences in organic matter and mineral salts compared to the potting soil. The best substitutes for forest soil are compost substrates made from *Acacia mollissima*; oak and Alep pine.

KEY WORDS : reforestation, composts, cedar, *Cedrus atlantica*, oak, *Quercus ilex* subsp. *ballota, Acacia*, pin d'Alep.

[1] *Quercus rotundifolia* Lam. et *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* (Lam.) Tab. Morais sont traités en synonymie de *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp. (African Plant Dabase).

INTRODUCTION

Depuis l'approbation du plan national de reboisement en 1971, le Maroc a amorcé des programmes ambitieux dans le but de sauvegarder le patrimoine forestier naturel. Ces actions doivent d'une part permettre de subvenir aux besoins croissants de la population en bois de feu et pâturages, et s'autre part assurer la protection des bassins versants contre les érosions croissantes (MARA-DEFCS, 1978 ; Mhirit et Benchekroun, 2006).

Les premières stratégies de reboisement au Maroc avaient mis davantage l'accent sur l'installation d'*arboretums*. Et à partir de 1991, les projets de production de plants en pépinière forestière, ainsi que la création des Centres de Semences Régionaux, se sont multipliés (Projet de coopération technique avec la république fédérale allemande, AEFCS, 1996). Une attention particulière a aussi été accordée à la modernisation progressive des pépinières forestières, à l'amélioration des gestions de production des plants forestiers (conteneurs, système d'irrigation, ombrières…), et à la qualité des plants (Abourouh, 1994 a & b; El yousfi, 2008).

Ces dernières années, l'utilisation des plants en conteneur s'est développée en pépinières forestières marocaines. Cependant, le taux de reprise des plants en terrain de reboisement reste faible. Par ailleurs, la production des plants par les méthodes traditionnelles se caractérise par une très forte hétérogénéité de taille et de qualité des plants.

Plusieurs facteurs peuvent influencer le développement et la qualité des plants en pépinière, mais le substrat de culture des plants reste le paramètre le plus important. C'est d'abord un réservoir nutritionnel, un support physique pour la croissance des plants et enfin un lieu d'échange de nutriments et d'eau avec le système racinaire (André, 1987; Gras, 1987; Riedacker, 1978a; Garbaye, 1986; Doran, 1997; Jaenicke, 1999). Les gains de croissance susceptibles d'être obtenus en pépinière par optimisation du substrat à travers sa fertilisation restent largement inconnus. En effet, l'emploi de terreau forestier présente des caractéristiques physico-chimiques médiocres et favorise la multiplication des agents pathogènes (Lamhamedi et Fortin, 1994). De plus, son prélèvement excessif affecte l'écosystème généralement déjà fragile et peut même induire des attaques parasitaires au niveau des racines dénudées des arbres. Enfin, les critères de la qualité des plants forestiers élevés en conteneurs doivent prendre en compte les contraintes liées à la transplantation et à l'adaptation aux conditions souvent défavorables du site d'accueil (Lamhamedi *et al.* 2000).

Pour apporter des réponses à ces questions, le Centre de Recherche Forestière a mis en œuvre un programme de recherche orienté vers les nouvelles techniques de production de plants forestiers. L'utilisation de substrat à base de compost d'origine sylvicole est une alternative qui a donné de bons résultats dans des pays du pourtour méditerranéen comme la Tunisie (Lamhamedi *et al.* 1995, 2000 ; Ammari *et al.* 2003 et 2006 ; M'Sadak *et al.* 2013 ; Getachew M. 2014).

Notre objectif est la substitution du terreau forestier ordinaire par un substrat de culture à base de compost organique qui répond aux exigences d'une production moderne en pépinière et d'un mode de gestion écologique respectueux de l'environnement. Notre hypothèse est que ce compost organique donnerait des plants indemnes d'agents pathogènes, uniformes et de qualité garantirait une bonne croissance en pépinière et s'adapterait aux conditions de transplantation.

Lors d'essais préliminaires non publiés, nous avons constaté que l'utilisation d'un compost à l'état brut pour des espèces comme le cèdre et le chêne vert favorisait la présence d'une chlorose. Aussi, l'objectif spécifique de la présente étude est de mettre au point un substrat adéquat pour la production des plants forestiers, en ajoutant d'une part des aérateurs, et d'autre part du fumier.

MATERIEL ET METHODES

Composts et substrats d'élevage des plants

La procédure du compostage a fait l'objet d'un article publié en 2012 (Guédira *et al.* 2012). A partir des matériaux résiduels

forestiers, issus des exploitations forestières et des coupes de nettoiement, quatre types de matériaux forestiers ont été choisies pour le compostage : résidus de cônes de cèdre, feuilles avec petites branches de chêne vert et *d'Acacia mollissima* et aiguilles avec petites branches de pin d'Alep. Le compostage de ces résidus permet la décomposition biologique et la stabilisation des substrats organiques (Mustin, 1987 ; Stofella et Kahn, 2001). Deux séries de composts ont été confectionnées, la première série, avec ajout de fumier de caprin, et la deuxième série sans addition de fumier.

L'avantage du fumier est qu'il est un fertilisant organique biologique qui est assaini des graines des mauvaises herbes et des germes pathogènes grâce à la levée de la température lors de son compostage en mélange avec les matériaux résiduels forestiers broyés. Il augmente ainsi la qualité structurale et biologique du substrat (Mustin, 1987 ; Petit et Jobin, 2005 ; Chabalier *et al.* 2006), ce qui se répercute sur la qualité morpho-physiologique des plants destinés au reboisement (Lamhamedi *et al.* 2000).

Chaque série a été réalisée avec quatre types de matières organiques compostées : résidus de cônes de cèdre *(Cedrus atlantica*) ; petites branches et feuilles de chêne vert (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) ; petites branches et feuilles d'Acacia mollissima et petites branches et aiguilles de pin d'Alep (*Pinus halepensis*).

Pour la série de compost sans fumier, la procédure est la même que celle décrite par Ammari *et al.* (2003) et Guédira *et al.* (2012) : collecte de la matière, broyage, édification des andains, suivi des températures avec retournement/humidification; cette dernière étape se répète jusqu'à stabilité des températures au sein des andins c'est-à-dire jusqu'à *maturité de compost*.

En ce qui concerne la série de compost avec ajout de fumier, la matière à composter est d'abord broyée et lors de l'édification des andins, des couches de fumier sont intercalées avec des couches de la matière organique à composter à raison de 1/5 de V/V, fumier/matière organique.

Ce qui a été remarqué lors du compostage des deux séries est que la durée du processus de compostage est courte pour les composts avec fumier par rapport à ceux sans fumier. Elle est réduite de deux à trois semaines selon la matière organique compostée du fait de sa richesse en éléments nutritifs (NPK...) et en microorganismes décomposeurs. Au total, huit composts ont été confectionnés, quatre pour chaque série :

1ère série ; **Cd+f** : déchets de cônes de cèdre avec fumier ; **Cv+f** : petites branches et feuilles de chêne vert avec fumier ; **Ac+f** : petites branches et feuilles d'*Acacia mollissima* avec fumier ; **PA+f** : petites branches et aiguilles de pin Alep avec fumier.

2ème série ; **Cd** : déchets de cônes de cèdre ; **Cv** : petites branches et feuilles de chêne vert ; **Ac** : petites branches et feuilles d'*Acacia mollissima* ; **PA** : petites branches et aiguilles de pin d'Alep.

Concernant ces huit composts, trois types d'aérateurs de substrat ont été testés pour chaque compost. Deux aérateurs à base de granulés minéraux : pouzzolane, sable volcanique grossier de dimension 2 à 6 mm de la région Aïn Kahla Moyen Atlas et sable-gravier de dimension 1,5 à 3 mm et un aérateur à base organique : cônes broyés de pin d'Alep.

Une série de combinaisons a été réalisée entre les huit composts et les trois aérateurs pour formuler vingt-quatre substrats (8 x 3 = 24). Chaque type de compost a été mélangé avec l'un des aérateurs avec une fraction de 3V de compost et 1V de l'aérateur bien mêlé et homogénéisé sur des portoirs de 300 cc de 38 alvéoles, à raison de 3 portoirs par substrat à tester pour chacune des deux espèces forestières, le cèdre (*Cedrus atlantica*) et le chêne vert (*Quercus ilex* subsp.*ballota).*

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est celui du plan d'expérience de Dagnelie 1975 & 2012. Nous avons défini trois séries à deux variables chacune : la première variable - celle du compost - comprend huit modalités, la deuxième variable - celle de l'aérateur - comprend trois modalités. L'ensemble constitue une analyse factorielle de 24 substrats pour chaque espèce. Nous avons a utilisé le substrat sans aérateur et sans fumier comme substrat témoin. Les facteurs de l'essai sont : [3

blocs x 8 composts x 3 aérateurs x 38 plants/portoir x 2 espèces= 5472 plants] + [6 portoirs de terreau de (38 alvéoles, 1 portoir/bloc) = 228 plants] au total 5700 plants à raison de 2850 plants par espèce et de 114 plants/substrat /espèce + 114 plants de terreau (témoin/ espèce).

A : Le terreau, prélevé chaque année, estimé à des centaines de tonnes par pépinière.

B : Prélèvement du terreau à partir de la couche la plus fertile de l'écosystème forestier avec destruction de la strate herbacée.

C : Broyage et édification de l'andain.

D : Andains de quatre types de composts sans fumier (Ecailles de cônes de cèdre, branches et feuilles de chêne vert, d'*Acacia mollissima* et aiguilles et branches de pin d'Alep).

E et F : Edification des andains avec fumier : Couche épaisse (4/5) de la matière organique verte, intercalée par une couche de fumier mince (1/5) avec humectation.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est celui du plan d'expérience de Dagnelie 1975 & 2012. Nous avons défini trois séries à deux variables chacune : la première variable - celle du compost - comprend huit modalités, la deuxième variable - celle de l'aérateur - comprend trois modalités. L'ensemble constitue une analyse factorielle de 24 substrats pour chaque espèce. Nous avons a utilisé le substrat sans aérateur et sans fumier comme substrat témoin. Les facteurs de l'essai sont : [3 blocs x 8 composts x 3 aérateurs x 38 plants/portoir x 2 espèces= 5472 plants] + [6 portoirs de terreau de (38 alvéoles, 1 portoir/bloc) = 228 plants] au total 5700 plants à raison de 2850 plants par espèce et de 114 plants/substrat /espèce + 114 plants de terreau (témoin/ espèce).

Analyses physico-chimiques des composts avec et sans fumier

Les analyses physico-chimiques des huit composts ont été effectuées au laboratoire du Centre de la Recherche Forestière (CRF, Maroc). Une moyenne de cinq prélèvements par andain de compost a été utilisé. Pour chaque paramètre, trois échantillons composites ont été analysés conformément aux méthodes décrites par Duchaufour, (1970) concernant le pH, le taux de matière organique (MO) est évalué après calcination à 600 °C pendant 4 heures selon la formule : MO (%)= [(M1-M2)/M1] x 100 avec M1 : masse avant calcination (mg) ; M2 : masse après calcination (mg). À partir de la MO, le carbone organique total (COT) a été déduit par la relation suivante : COT(%)= (MO(%)/1,8) x 100. Les teneurs en azote total (N) sont dosées par la méthode de Kjeldahl (1983) dont le principe repose sur l'attaque de l'extrait par l'acide sulfurique (H_2PO_4). De ceci l'indicateur de minéralisation C/N a été déduit. Le phosphore assimilable a été mesuré en présence d'un réactif vanado-molybdate qui forme un complexe phospho-molybdique avec l'acide phosphorique de couleur jaune dont la densité optique est mesurée par spectrophotométrie à 430 nm. La conductivité électrique (CE) qui indique la quantité de sels minéraux dissous dans l'eau a été mesurée à l'aide d'un conductimètre (modèle Consort C532) et la capacité de rétention en eau (CRE) qui est la quantité d'eau que peut retenir un substrat après un égouttement de 48 heures a été estimée.

A) Ajout de l'aérateur 1V/3V compost et homogénéisation.

B) Estimation de la masse pondérale des différents substrats.

Estimation de la masse pondérale des portoirs remplis par les différents substrats

La masse du conteneur plein est un paramètre de manutention important sur le terrain de reboisement, surtout en montagne sur des terrains accidentés. Une évaluation de la masse a été réalisée. : les conteneurs remplis et tassés, prêt pour le semis, ont été pesés à l'aide d'une balance industrielle à plate-forme, cela pour trois conteneurs pris au hasard par substrat et trois pour le terreau témoin.

Matériel végétal utilisé

Les graines de cèdre (*Cedrus atlantica*) et les glands de chêne à glands doux (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) ont été récoltés dans la forêt de Sidi M'Guild située dans le Moyen Atlas Central dans les latitudes (N) 33°08 – 33°44, où l'altitude varie entre 1500 et 2000 m. Les précipitations annuelles varient entre 871 et 1.066 mm. L'ambiance bioclimatique est subhumide ou humide à variante fraîche à froide (M : 27,6 à 30,9 °C ; m : - 4,7 à - 0,5 °C (M'Hirit, 1994) ; M est la température maximale ; m est la température minimale journalière).

Les graines de cèdre ont subi une stratification de trois mois dans une chambre froide à 4 °C, puis ont été trempées dans l'eau pendant trois jours avant leur ensemencement. Quant aux glands de chêne vert, ils ont subi une stratification à 4 °C durant 45 jours avant leur pré-germination sous une couche mince de terreau imbibée quotidiennement d'eau pendant deux semaines avant leur ensemencement. Le dispositif expérimental a été installé en pépinière d'Azrou - Centre de Semences - Direction Régionale des Eaux et Forêts du Moyen Atlas Occidental, Maroc.

Les dates de semis et la période de séjour des plants en pépinière étaient différentes pour les deux espèces. La date de semis de cèdre dans les portoirs est la semaine de fin janvier début février, celle du chêne vert est la première semaine de mars. La collecte des résultats a été réalisée au début du mois de décembre suivant. Le séjour en pépinière a duré dix mois pour le cèdre et huit mois pour le chêne vert avec un arrosage quotidien et sans fertilisants. Nous avons procédé à la fin de la période d'élevage des plants à l'examen de leurs caractéristiques morphologiques aériennes et racinaires pour mettre en relief les traitements qui donnent les meilleurs résultats et pour préciser le type de substrat de substitution du terreau forestier.

Les critères mesurés

Les mesures relevées en pépinière et sur place en portoir sont ceux de la croissance des plants en hauteur (règle graduée en cm) et en diamètre au collet (pied à coulisse à affichage digital en mm). L'échantillonnage a intéressé 10 plants pris au hasard/portoir/substrat/bloc ; au total 30 échantillons/substrat ont été analysés. Au laboratoire, après séchage à l'étuve à 60°C pendant 48 h, les mesures ont concerné la masse de la matière sèche de la partie aérienne et celle de la partie racinaire grâce à une balance de précision à affichage digital (e=0,1g ; d=0,01g ; Max : 610g et Min : 0,5g. METTLER TOLEDO PB 602-S).

Analyses statistiques

Les analyses statistiques de la variance (ANOVA ; logiciel SPSS 11.5) ont intéressé les analyses physico-chimiques à un seul critère. Pour les variables de croissance, l'analyse de la variance a concerné trois critères de classification (bloc, substrat et compost) pour chaque espèce. La comparaison des moyennes entre les différents substrats a été réalisée à l'aide du test de Duncan au seuil de 5%, de manière à compléter l'interprétation et à identifier les groupes moyennement homogènes.

RESULTATS

Evaluation de la qualité physico-chimique des différents types de composts confectionnés avec et sans fumier et du terreau

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées pour les huit types de composts à leur état initial (sans aérateur et avant l'élevage de plants) et pour le terreau, dans le but de connaitre leur composition nutritionnelle initiale avant toute intervention (Tableaux 1 et 2).

Les valeurs de pH indiquées dans le tableau 1 montrent que ce paramètre varie entre 6,09 et 7,94 pour pH H_2O, et entre 5,61 et 7,58 pour le pH KCl. Une différence nette de pH est observée entre les composts avec fumier et leurs homologues sans fumier. Les composts avec fumier présentent des pH plus élevés, avec une variation de 0,87 à 1,75 pour pH H_2O et de 0,84 à 1,68 pour pH KCl (Tableau 1). Le cas est inverse pour la matière organique (MO) ; les composts avec fumier présentent une diminution par rapport aux composts *sans fumier* avec des taux de MO qui varie de 1,6 à

10,5 % (Tableau 1). Pour l'azote, une légère diminution est observée au sein des composts avec fumier, elle est de l'ordre de 0,12 à 0,27%N (Tableau 1). Ceci peut être expliqué par le rapport C/N qui reflète une activité biologique importante pour les composts avec fumier et qui tend à leur stabilité à l'exception des composts à base de cônes de cèdre où le rapport C/N dépasse largement les valeurs citées dans la littérature (C/N varie entre 8 et 15 pour un compost stabilisé, et peut s'étendre jusqu'à 29 selon les auteurs) (Tableau 1). Concernant le phosphore assimilable (P_2O_5), la différence entre les composts avec fumier et leurs homologues sans fumier est importante, elle varie de 109 à 181 ppm à l'exception de ceux de chêne vert où la différence est de 18 ppm. Le terreau est classé parmi les derniers en qualité de composition minérale et organique (Tableau 1).

Tableau 1. Composition physico-chimique initiale des différents types de composts et de terreau avant l'élevage des plants.

	pH H_2O	pH Kcl	%MO	%C	% N	P_2O_5ppm	C/N
Cd	6,09±0,01 a	5,61±0,03 a	89,1±0,05 g	54,3±0,08 i	0,60±0,03 b	329±1 d	95
Cd+F	6,96±0,02 d	6,45±0,01 e	85,1±0,04 d	49,2±0,1 d	0,48±0,04 a	438±2 f	102,5
Pin	6,52±0,03 c	6,22±0,02 c	89,7±0,1 h	51,9±0,04 h	1,95±0,05 e	244±4 a	30,8
Pin+F	7,80±0,01 g	6,27±0,03 d	79,2±0,08 b	45,8±0,1 b	1,68±0,04 c	395±5 e	23,5
Cv	6,19±0,02 b	5,90±0,04 b	89,1±0,03 g	51,5±0,05 g	2,07±0,03 f	277±3 b	24,9
Cv+F	7,94±0,03 h	7,58±0,02 h	82,1±0,09 c	47,5±0,1 c	1,86±0,06 d	295±6 c	25,5
Ac	6,48±0,04 c	6,24±0,01 cd	88,6±0,1 f	51,2±0,07 f	3,09±0,03 h	497±4 g	16,6
Ac+F	7,57±0,03 f	7,15±0,03 g	87,0±0,05 e	50,3±0,05 e	2,85±0,05 g	616±3 h	17,7
Ter.	7,27±0,04 e	6,57±0,02 f	18,2±0,05 a	10,5±0,07 a	0,60±0,06 b	298±2 c	17,5

En ce qui concerne la conductivité électrique (CE), elle est de deux fois à trois fois plus importante au sein des composts avec fumier (tableau 2). Pour la capacité de rétention en eau (CRE), l'ajout de fumier a augmenté légèrement la rétention en eau surtout pour le compost à base de cône de cèdre (tableau 2).

Tableau 2. Evaluation de la capacité de rétention en eau CRE et de la conductivité électrique CE avant l'élevage des plants pour les différents types de composts et de terreau.

	CRE (100ml)	CE (µS/cm)
Cd	42,2±0,1 a	230±5 a
Cd+F	51,1±0,05 b	570±10 e
Pin	62,9±0,1 e	456±3 c
Pin+F	63,5±0,5 f	930±5 h
Cv	51,0±0,03 b	627±3 f
Cv+F	59,4±0,1 c	712±4 g
Ac	59,1±0,1 c	466±6 d
Ac+F	63,4±0,04 f	998±2 i
Ter.	60,1±0,1 d	265±5 b

Caractéristiques dimensionnelles et pondérales des plants de cèdre et de chêne vert élevés dans les différents substrats

Les paramètres testés sont : la hauteur (H), le diamètre au collet (D), le rapport H/D, la masse sèche aérienne (MsA), la masse sèche racinaire (MsR) et le rapport MsA/MsR.

Les plants de cèdre et de chêne vert présentent des hauteurs plus importantes sur les substrats à base des composts avec fumier (Figure 1). Selon le classement de Duncan, les groupes homogènes de premier ordre (a) en hauteur pour les plants de cèdre sont les substrats à base de compost pin-fumier et le terreau suivi d'acacia-fumier (ab) ; et compost chêne vert-fumier (a) suivi d'acacia avec ou sans fumier (ab) pour les plants de chêne vert (Figure 1). Les substrats à base de compost cônes de cèdre avec ou sans fumier sont classés en dernier (Figure 1).

Concernant le diamètre au collet, les résultats sont toujours meilleurs avec l'utilisation des substrats à base de compost avec fumier pour les deux essences (figure 2). Quant aux groupes homogènes pour les plants de cèdre, généralement il n'y a pas de différence de diamètre entre les plants élevés sur substrats à base de compost avec fumier et le terreau à l'exception des substrats à base de compost cèdre-fumier. Mais les plants de chêne vert sur substrats à base de compost avec et sans fumier présentent un diamètre au collet plus développé que celui des plants sur terreau à l'exception de ceux des substrats à base de compost cèdre (Figure 2).

Le rapport de robustesse des plants (H/D) reflète l'effet du support d'élevage sur la vigueur des plants surtout pour le cèdre (Figure 3). Il y a alors discrimination de huit groupes de vigueur de plants sur neuf, le premier est celui des substrats à base de pin avec fumier (a) suivi de terreau et en dernier (f), les substrats à base de compost cônes de cèdre (Figure 3). Pour le chêne vert, les résultats sont différents dans la mesure où les substrats à base des composts de chêne vert avec fumier, d'Acacia sans fumier et le terreau sont de même ordre de robustesse de plants (a) (Figure 3).

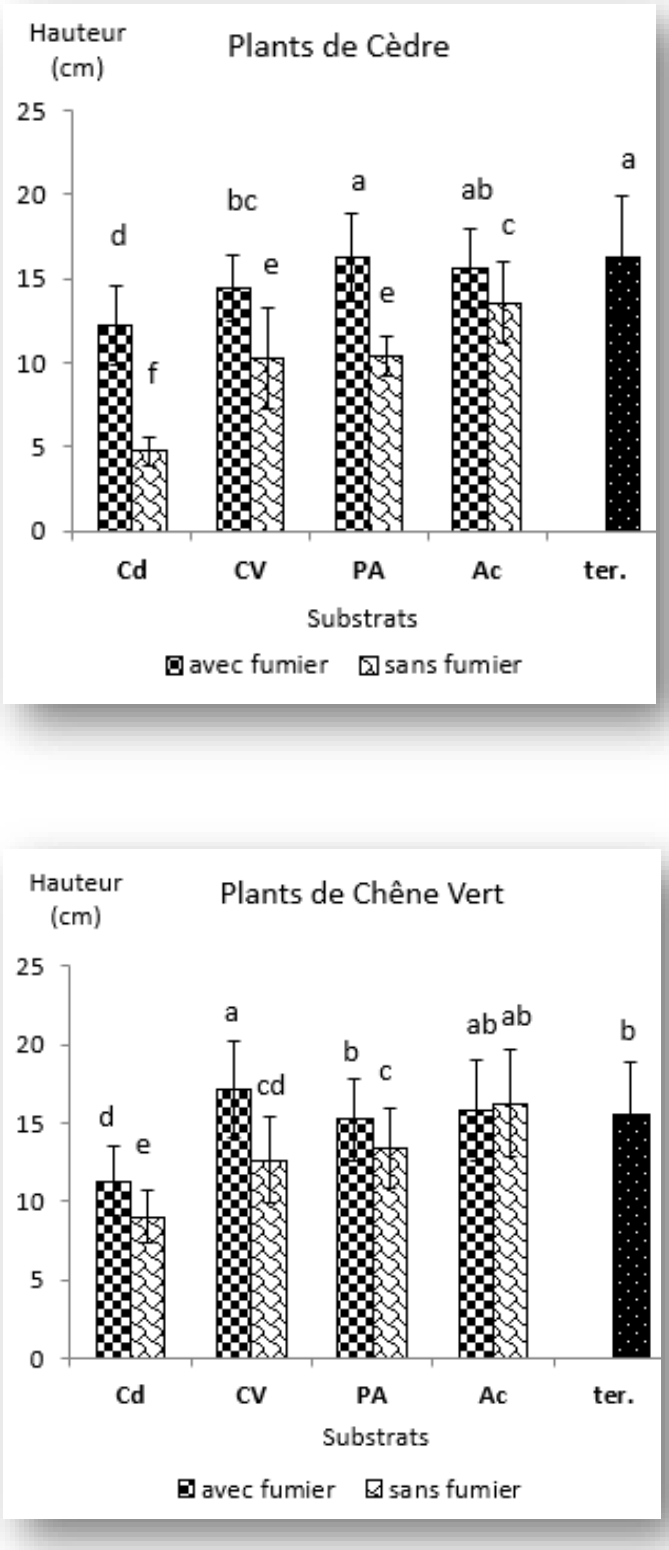
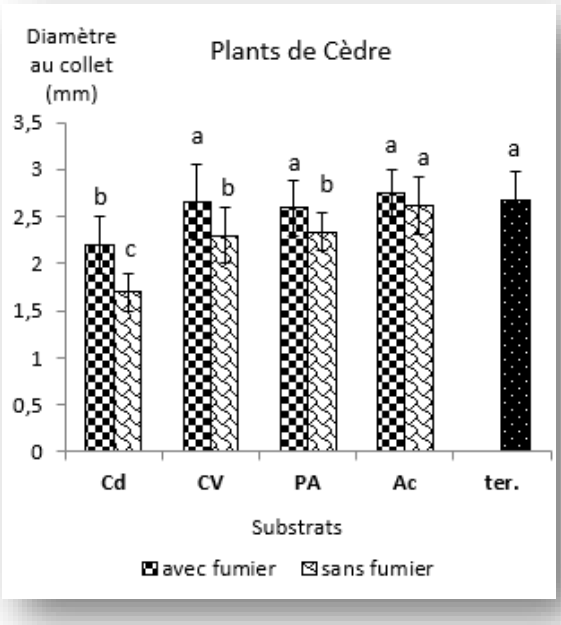


Figure 1. Hauteur moyenne des plants de cèdre et de chêne vert pour les différents substrats à base de composts.



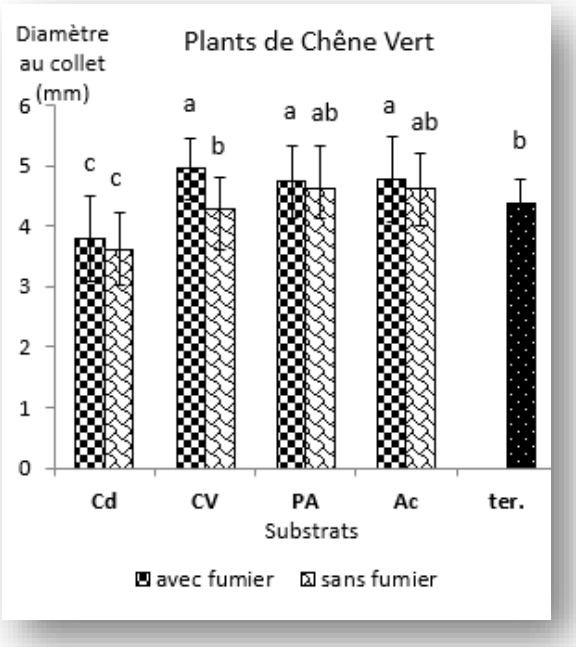
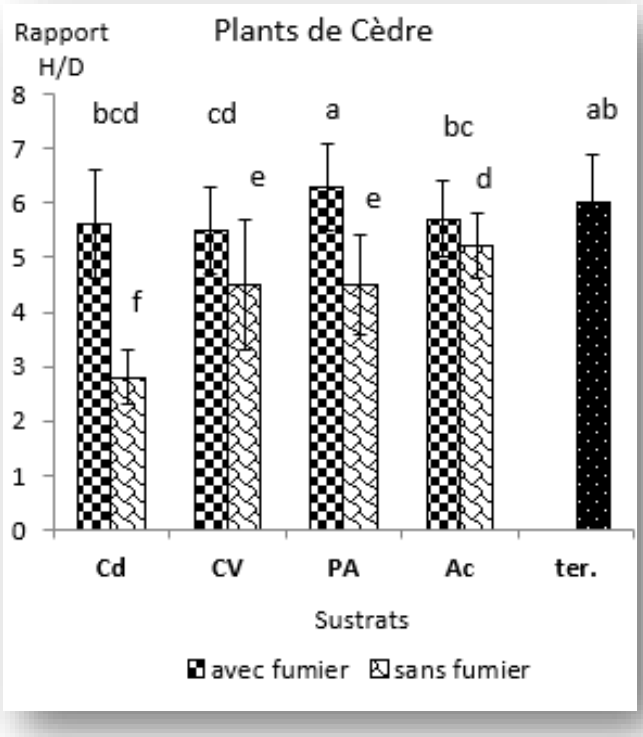


Figure 2. Diamètre au collet moyen des plants de cèdre et de chêne vert pour les différents substrats à base de composts.



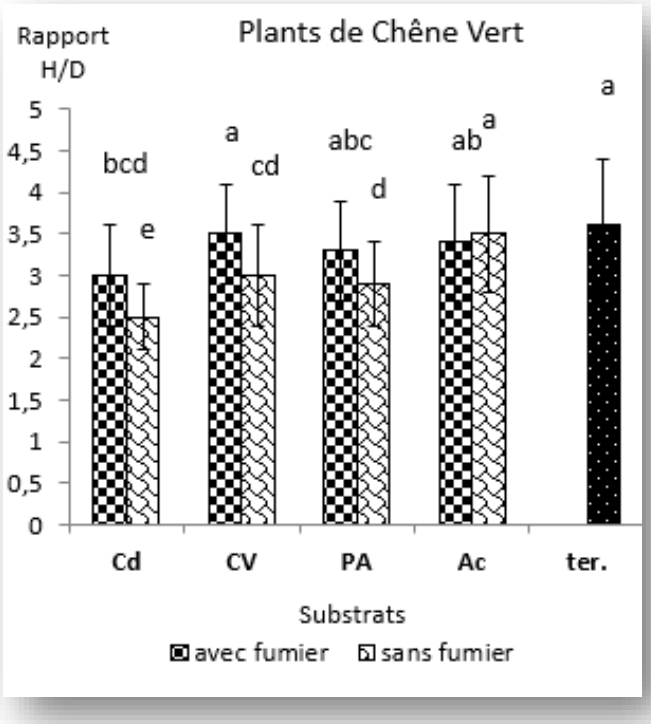
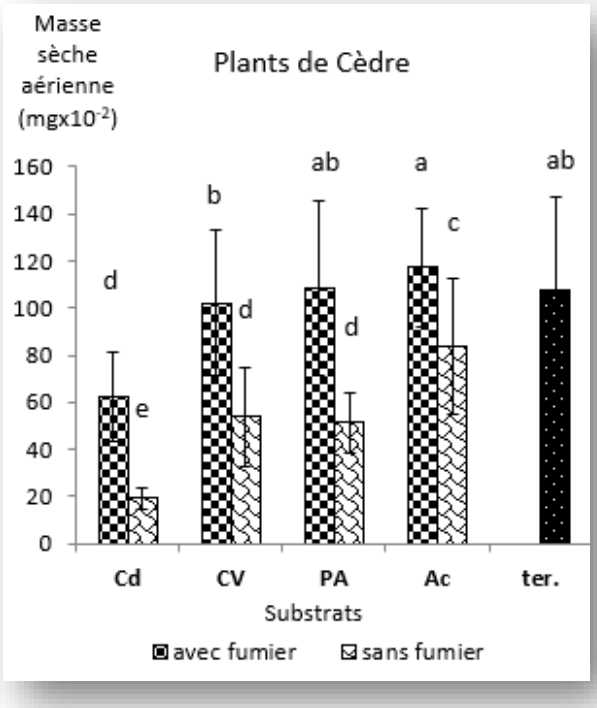


Figure 3. Rapport H/D moyen des plants de cèdre et de chêne vert pour les différents substrats à base de composts.

Plants de Chêne Vert et de Cèdre sur différents substrats à base de composts purs et composts avec fumier (A : Ac; B : Cv ; C : PA; D : Cd ; E: Ac+f ; F : Cv+f ;G : PA+f ; H : Cd+f ; I: Ter.)

En ce qui concerne les masses sèches aérienne et racinaire, les résultats obtenus montrent qu'elles expriment au mieux l'effet de support d'élevage sur la croissance des plants (Figures 4 et 5). Le classement des groupes homogènes en considérant les masses sèches donne des résultats différents de ceux obtenus avec le rapport de robustesse. L'ordre est inversé pour les plants de cèdre, les substrats à base de compost d'Acacia-fumier sont classés en premier (a) suivi des substrats à base de pin-fumier et le terreau (ab). Les substrats à base de compost de cônes de cèdre sont en dernier (e) (Figure 4). Mais pour le chêne vert les résultats sont moins exprimés entre les substrats à l'exception de ceux à base de compost de cônes de cèdre (c) classé en dernier (Figure 4).



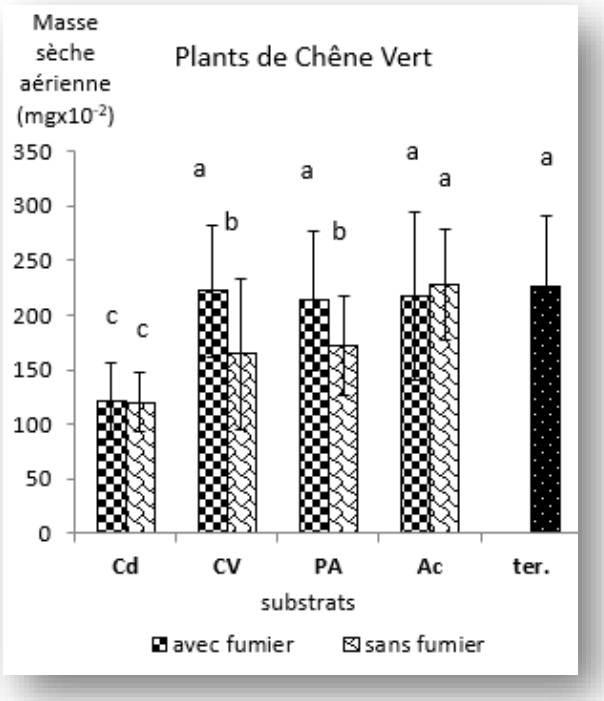
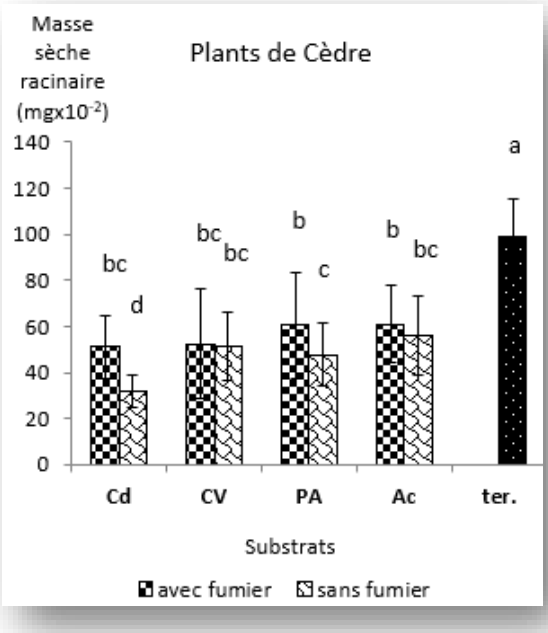


Figure 4. Masse sèche aérienne moyenne des plants de cèdre et de chêne vert pour les différents substrats à base de composts.

Les résultats du système racinaire sont remarquables surtout pour les plants de cèdre mis en terre dans du terreau ; la masse sèche racinaire tend alors vers le double de celle

enregistrée dans les substrats à base de composts (Figure 5). Pour les plants de chêne vert, les résultats sont différents de ceux du cèdre ; les composts sans fumier présentent une masse racinaire légèrement plus importante que celle des composts avec fumier mais la différence n'est pas notable.



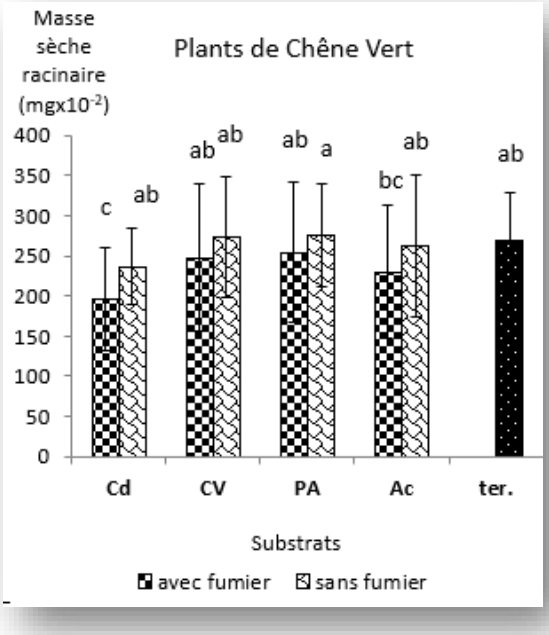
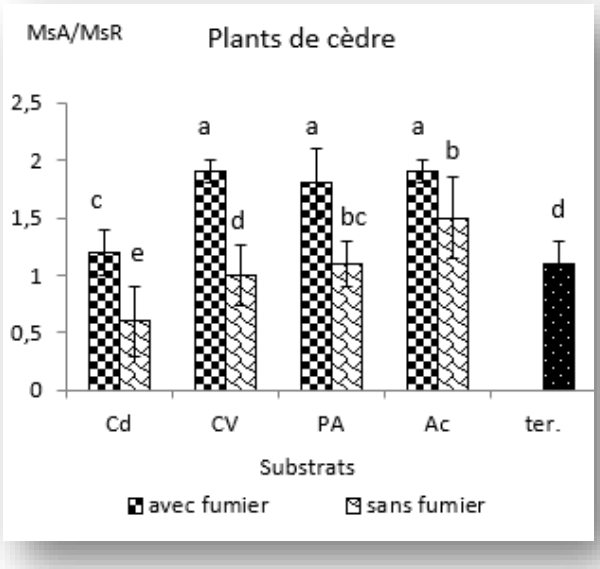


Figure 5. Masse sèche racinaire moyenne des plants de cèdre et de chêne vert pour les différents substrats à base des composts.



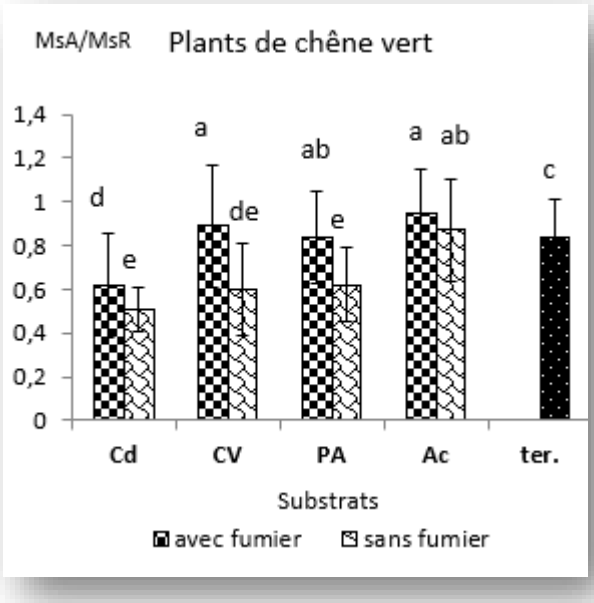


Figure 6. Rapport moyen masse sèche aérienne /masse sèche racinaire des plants de cèdre et de chêne vert pour les différents substrats à base de composts.

Le rapport MsA/MsR des plants de cèdre, montre que les substrats à base de compost avec fumier présentent des plants à partie aérienne plus développée que la partie racinaire en comparaison avec les substrats sans fumier. La partie aérienne fait presque le double surtout pour les substrats à base de compost de chêne vert et de pin (Figure 6). Pour le terreau et les substrats à base de composts chêne vert et pin

sans fumier, les deux parties aérienne et racinaire sont presque de même importance, le rapport MsA/MsR est presque égale à 1. Pour le substrat à base de compost de cèdre uniquement, le rapport MsA/MsR est de 0,5 fois ce qui implique que le système racinaire est plus développé que la partie aérienne ; les plants sont de petite taille mais bien ancrés dans le substrat (Figure 6). En ce qui concerne les plants de chêne vert, les résultats du rapport MsA/MsR sont différents de ceux des plants de cèdre. Tous les substrats présentent un rapport au-dessous de 1, donc un système racinaire plus développé que la partie aérienne (Figure 6).

Si on considère uniquement les types d'aérateurs ajoutés pour la préparation des substrats, les résultats diffèrent. Pour la croissance des cèdres, les meilleurs résultats sont ceux obtenus avec l'utilisation de l'aérateur à base de pouzzolane, et cela pour pour toutes les variables mesurées. Puis, viennent le sable/gravier et en dernier les granules de cône de pin (Tableau 3).

Concernant le type d'aérateur, les résultats sont plus hétérogènes pour les plants de chêne vert. L'ordre de classement, pour la longueur et le diamètre des specimens, entre la pouzzolane et les granules de cône de pin (Tableau 4). Mais le rapport H/D fait la discrimination de ces aérateurs en faveur de la pouzzolane (a).

Plants de cèdre sur A) pouzzolane; B) sable gravier ; C) granulés de cône de pin.

Tableau 3. Valeurs moyennes des différentes variables mesurées pour les plants de cèdre selon le type d'aérateur ajouté aux différents types de composts.

Type d'aérateur ajouté au compost à 25% pour le cèdre	Longueur (cm)	Diamètre (mm)	Rapport H/D	Masse sèche aérienne ($mg.10^{-2}$)	Masse sèche racinaire ($mg.10^{-2}$)	Rapport MsA/MsR
Pouzzolane	13,5±4,2 a	25,2±4,6 a	5,3±1,2 ns	89,9±44,1 a	63,6±25,2 a	0,84±0,39 ns
Granules de cônes de pin	12,1±4,4 b	23,4±4,1 b	5,1±1,4 ns	70,6±36,8 b	52,8±26,8 b	0,89±0,45 ns
Sable gravier	12,3±4,2 ab	24,1±4,1 ab	5,0±1,3 ns	74,7±40,3 b	56,2±26,2 ab	0,90±0,43 ns

Tableau 4. Valeurs moyennes des différentes variables mesurées pour les plants de chêne vert selon le type d'aérateur ajouté aux différents types de composts

Type d'aérateur ajouté au compost à 25% pour le chêne vert	Longueur (cm)	Diamètre (mm)	Rapport H/D	Masse sèche Aérienne ($mg.10^{-2}$)	Masse sèche Racinaire ($mg.10^{-2}$)	Rapport MsA/MsR
Pouzzolane	14,7±4,0 a	4,4±0,8 ab	3,3±0,7 a	195,3±68,0 a	259,3±77,7 a	0,78±0,24 ns
Granules de cônes de pin	14,2±3,7 ab	4,6±0,7 a	3,1±0,7 b	199,4±76,2 a	256,8±80,2 a	0,80±0,25 ns
Sable gravier	13,2±3,5 b	4,2±0,7 b	3,1±0,7 ab	166,6±60,4 b	232,1±72,9 b	0,76±0,28 ns

Estimation de la masse pondérale des conteneurs remplis par les différents substrats par rapport au terreau

Une différence nette est observée entre la masse pondérale des conteneurs remplis par le terreau et ceux contenant les substrats à base de compost (Figure 7). Elle est de 3 à 9 kg, selon le type d'aérateur ajouté.

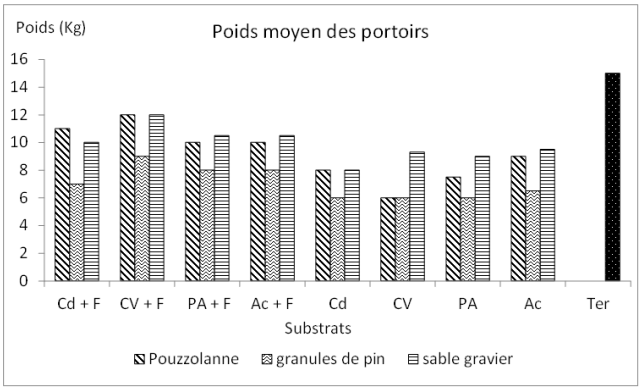


Figure 7. La masse moyenne des portoirs remplis par les différents substrats.

DISCUSSIONS ET CONCLUSION

Les analyses physico-chimiques des substrats confirment une grande variation selon la nature et l'origine de la matière première du compost :

- Les composts avec fumier présentent un pH H_2O légèrement basique par rapport à ceux des composts sans ajout de fumier, comme ceux d'*Acacia mollissima* et de chêne vert (Tableau 1). Ceci peut être attribué d'une part à l'origine du compost (Abad *et al.* 2001 ; Benito *et al.* 2006 ; Pagliarini *et al.* 2012), et d'autre part à sa richesse en sels minéraux. Par exemple, les fumiers de caprin présentent une valeur agronomique fertilisante et un pH H_2O moyen de 8,5 (CALR, 2011).

Selon les auteurs, la valeur de pH de compost à maturité est entre 7 et 8 selonVerdonck *et al*. 1983 ; Larbi, 2006, ou entre 7 et 9 selon Bernal *et al*. 1998). Les recommandations de l'ASIC (2001), indique que le pH du compost pour horticulture en plein champs doit être inférieur à 8,2 et que pour les cultures sous abri, il doit être inférieur à 7,5. Les valeurs que nous avons trouvé pour notre étude sont acceptables.

- Une diminution de 1 à 10 % en matière organique est observée sur les composts à base de fumier par rapport à ceux qui ne le sont pas, l'ajout de ce dernier augmente la population microbienne et son activité au sein des composts. Avec la concentration élevée en azote que possèdent les composts purs, le processus de la minéralisation est plus important au sein des composts avec fumier, la concentration en azote et le rapport C/N faibles le confirme sauf pour le cas du compost à base des écorces de cônes de cèdre qui présente un taux faible en azote. Ceci se répercute sur le processus de la minéralisation des écorces d'où le rapport C/N élevé. Le rapport C/N des composts est mentionné en littérature, sauf pour ceux des composts de cèdre (Klock et Fitzpatrick, 1997; Ammari *et al.* 2003 ; Hartz et Johnstone (2006); Guédira *et al.* 2012). En général, la composition chimique des substrats à base de compost est meilleure que celle du terreau (Lamhamedi et Fortin 1994 ; Aryantha *et al.* 2000 ; Ammari *et al.* 2006 ; Tittarelli *et al*. 2009; Guédira *et al.* 2012). Cet effet est accentué avec l'ajout de fumier au compost en augmentant les taux de phosphore de 10 à 40%.
- Concernant la capacité de rétention en eau CRE, l'idéal serait entre 40% et 65% (Abad *et al.* 2001). La totalité des substrats testés dans la présente étude s'insère dans cette fourchette de valeurs (Tableau 2). Il faut cependant noter une certaine différence entre les composts sans et avec fumier. En effet, le fumier par ces particules fines et sa nature physico-chimique permet de retenir plus d'eau qu'il met à la disposition du plant (Douglass *et al.* 2003, Zeynep et Coskun, 2015).
- La conductivité électrique CE est un indicateur de la disponibilité des éléments minéraux dans le substrat d'élevage ; plus la CE est élevée plus la salinité est importante. Dans ce cas, le développement des végétaux sera affecté avec *brûlures* aux racines et feuillages (Kratk et Mishima, 1981 ; Sanchez-Monedero *et al.* 2004 ; Herrera *et al.* 2008). Selon Abad *et al*. 2001, la valeur idéale de la CE du substrat est de 0,42 dS/m dans un intervalle de 0,33 à 0,51 dS/m (1). Les directives de l'ASIC (2001), nous indiquent que les substrats de culture

devraient avoir une CE inférieure à 2,5 mS/cm. D'après nos résultats, les composts *purs* restent dans les valeurs de cette norme.

Regardons maintenant les caractères morphologiques observables.

- En considérant les critères de hauteur et diamètre au collet, les substrats à base de compost avec fumier présentent des plants à partie aérienne plus développée que ceux sans fumier pour les essais sur le chêne (Figures 1 et 2). Par contre pour le cèdre, la croissance est presque similaire dans tous les substrats (Ammari *et al.* 2003 et 2006 ; Perez-Murcia *et al.* 2006 ; Manas et al. 2009 ; Zeynep *et al*. 2015 ; Chaudhary *et al.* 2016).
- Si on s'intéresse à la vigueur des plants, le rapport de robustesse H/D montre une certaine discrimination entre les substrats pour les deux espèces. Pour le cèdre, le compost à base des aiguilles de pin avec fumier est classé en premier rang, mais pour le chêne vert, le compost à base de chêne vert avec fumier, d'*Acacia mollisima* pur et le terreau sont classés en premiers. Pour consolider nos mesures expérimentales, nous avons estimé la masse sèche aérienne des plants. Les résultats sont relativement différents de ceux du rapport de robustesse H/D (figure 3 et 4)., avec une différence plus nette sur les plants de cèdre que sur ceux du chêne vert. Selon le test de Duncan, des groupements homogènes sont distingués avec le compost Ac +F en première position suivi de PA +F et Ter. Pour le cèdre (Figure 4), les substrats à base de fumier sont plus fertiles car riches en éléments nutritifs et dotés de caractéristiques physico-chimiques plus performantes en comparaison aux substrats sans fumier ; ceci s'est répercuté sur la capacité de rétention en eau et sur la conductivité électrique et par la suite sur le développement de la partie aérienne (Ghanbari Jahromi et Aboutalebi 2009 ; Oztekin *et al*. 2016 ; Tuzel *et al*. 2016).
- Concernant le système racinaire, les résultats de la matière sèche sont différents de ceux qui précèdent. Les deux espèces s'expriment différemment sur les substrats. La présence de fumier dans le compost a réduit légèrement le développement de la partie racinaire des plants du chêne vert (figure 5). Les plants de cèdre présentent une partie racinaire beaucoup plus développée sur terreau que sur les substrats à base de composts. Plusieurs études ont montré que la fertilité réduit l'expansion des racines dans le sol (Coutts et Philipson.1976; Drew et Saker 1975; Friend *et al*.1990; Abad *et al*. 2001; Bouksim et Daniel 2001 ; Douglass *et al*. 2003; Jacobs *et al*. 2004; Sung Woo Lee *et al*., 2007; Tuzel *et al*., 2015; El Amarani et Amraoui, 2018). Selon Comtois *et al*. (2004) les plantes s'enracinent mieux dans un substrat contenant peu d'éléments nutritifs ; quand le milieu contient une grande quantité d'ions en solution, l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs par la plante est rendue difficile. La diffusion des sels minéraux en excès dans la solution du sol peut détruire les méristèmes apicaux des racines en raison de l'accumulation des ions toxiques et des effets osmotiques (Drew 1975; Jacobs *et al.* 2003).

L'addition de granules de pouzzolane comme aérateurs des substrats à base de compost a donné les meilleurs résultats de croissance aérienne et racinaire des plants pour les deux espèces. La présence de micropores des granulés permet d'emmagasiner plus d'eau au profit de la plante (Guehl *et al.* 1989). Les performances du substrat à écorce de pin est sensiblement plus faible, probablement en raison d'une carence azotée induite par la poursuite du processus de la minéralisation de l'écorce. La nature des éléments utilisés pour la confection des substrats se répercute sur la croissance et le développement du plant (Ammari *et al*. 2006).

En conclusion, nos essais montrent que l'incorporation de fumier à faible dose avec des déchets organiques broyés avant le compostage, apporte de bons résultats. Cette méthodologie contribue à une réintégration des éléments minéraux et organiques ; la microflore améliore le bilan hydrique de la motte et permet ainsi de réduire les coûts de fertilisants en respect vis-à-vis de l'environnement.

Toutefois, la composition idéale diffère selon l'espèce végétale, et il serait recommandé

de pousser les investigations sur cette thématique, afin de mieux identifier les composts adéquats pour chacune des essences forestières marocaines.

REMERCIEMENTS

Bellouadi Khalid, technicien au (CSA); Krich Naceur, technicien au (CSA); Arabat El maati, technicien au (CRF) et les membres du CRF sont vivement remerciés. Les lecteurs du manuscrit sont également remerciés pour leur contribution à la réalisation de ce travail.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abad M., Noguera P., Bures S., 2001 - National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain. *Bioresour Technol* **77 (2)**: 197-200.

Abourouh M., 1994a - *Les plants forestiers : Norme de qualité et techniques culturales*. Acte de la première journée nationale sur les plants forestiers, 3 juin 1992, Salé, Maroc. Division Recherches et Expérimentations Forestières, Agdal, Rabat, Maroc, pp.17-34.

Abourouh M., 1994b - *Inoculation artificielle des plants en pépinière : Cas de deux champignons mycorhiziens*. Acte de la première journée nationale sur les plants forestiers, 3 juin 1992, Salé, Maroc. Division Recherches et Expérimentations Forestières, Agdal, Rabat, Maroc, pp.135-144.

AEFCS, 1996 - *Evaluation des pépinières forestières : rapport de synthèse*. Rabat : Administration des Eaux & Forêts et de la Conservation des Sols. 34 p.

ASIC, 2001 - *Caractéristiques de la qualité des composts et des digestats provenant du traitement des déchets organiques*.11p.

Ammari Y., Lamhamedi M.S., Akrimi N., Zine El Abidine A., 2003 - Compostage de la biomasse forestière et son utilisation comme substrat pour la croissance de plants en pépinières forestières modernes. *Revue de l'I.N.A.T.*, **18 (2)** : 99-119.

Ammari Y., Lamhamedi M.S., Akrimi N., Zine El Abidine A., 2006 - Influence de divers substrats à base de compost sur le statut nutritionnel et la capacité de croissance racinaire de plants de pin pignon. *Annales de l'INRGREF*, **9 (2)** : 148-171.

André J.P., 1987 - *Propriétés chimiques des substrats in : Les cultures hors sols* (D. Blanc, ed) INRA, Paris pp 127-147.

Aryantha I.P., Cross R. and Guest D.I., 2000 - Suppression of Phytophtora cinnamomi in potting mixes amended with uncomposted and composted animal manures. Biological Control. *American Phytopathological society*, **90 (7)** : 775-782.

Benito M., Masaguer A., Moliner A. De Antonio R., 2006 - Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. *Bioresour Technol* **97 (16)** : 2071-2076.

Bernal M.P., Paredes C., Sanchez-Monedero M.A., Cegarra J., 1998 - Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresource Technology* **63** : 91-99.

Bouksim H. et Daniel M., 2001 - Effets de la fertilisation phosphatée sur la mycorhization, la croissance et la nutrition en phosphore et en azote de semis de cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) iniculés en pépinière par *Tricholoma tridentinum* Sing.var. *cedretorum* Bon. *Ann.For. Sci.* **58** :289-300.

CALR (Chambre d'Agriculture de Languedoc-Roussillon), 2011 - *Guide des produits organiques en Languedoc-Roussillon*, fiche N° 57, pp.144-145.

Chabalier P., Kerchove V. et Macary H., 2006 - *Guide de la fertilisation organique à la Réunion*. Chambre d'Agriculture de la Réunion. 304 p.

Chaudhary, Sheetal, Shravan Kumar and Datta, Soumana, 2016 - Impact of organic manure amendment on growth of Withania somnifera (L.) Dunal var JA-134. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.* **5(11)** : 11-16.

Comtois M., Légare M., 2004 - *La fertilisation des plantes ligneuses cultivées en contenant. Programme Horti-2002*. Direction de l'Innovation Scientifique et Technologique, 57p.

Coutts M.P., Philipson J.J., 1976 - The influence of mineral nutrition on the root development of trees: I. The growth of sitka spurce with divided root systems *J. Exp. Bot.* **28** : 1102-1111.

Dagneili P., 1975 - *Théorie et Méthodes Statistiques. Applications Agronomiques. Vol. II*. Gembloux. Edition J. Duculot S.A., 451p.

Dagneli P. 2012 - *Principes d'expérimentation : planification des expériences et analyse de leurs résultats*. Les Presses Agronomiques de Gembloux, 414p.

Doran, J.C. 1997 - *Seed, nursery practice and management*. *In*. J.C. Doran and J.W. Tum bull (eds), *Australian trees and shrubs: Land rehabilitation and farm tree planting in the tropics.* Australian Center of International Agricultural Reseach.

Drew M.C.; Saker L.R., 1975 - Nutrient supply and the growth of the seminal root system in barely: II. Localized, compensatory increases in lateral root growth and rates of nitrate uptake when nitrate supply is restricted to only part of the root system.

Douglass F. Jacob, Robin Rose, Diane L. Haase and Paul D. Morgan, 2003 - Influence of nursery soil amendments on water relations root architectural development, and field performance of Douglas-fir transplants. *New Forests* **26** : 263-277.

Drew M.C., 1975 - Comparison of the effet of a localized suplly of phosphate, nitrate, ammonium and potassium on the growth of the sminal root system and the shoot in barley, *New Phytol.* **75** : 479-490.

Duchaufour P., 1970 - *Précis de Pédologie*. Edition Masson, Paris, France, 459p.

El Amrani B., Amraoui B.M., 2018 - Effects of some proerties of cedar forest soils on secondary roots of *Cedrus atlantica* Manetti. *Journal of forest science* **64 (12)** : 506-513.

El Yousfi M., 2008 - *Production des plants forestiers au Maroc : Etat actuel et perspectives de modernisation des pépinières en vue de produire des plants de qualité*. ENFI, Salé, Maroc.

Friend A.L., Eide M.R., Hinckley T.M., 1990 - Nitrogen stress alters root proliferationin Douglas-fir seedlings. *Can. J. For. Res.* **20** : 1524-1529.

Jacobs D.F., Rose R., Haase D.L, 2003 - Development of Douglas-fir seedling root architecture in response to localized nutrient supply. *Can. J. For. Res*. **33** : 118-125.

Jacobs D.F., Rose R., Haase D.L; Alzugaray P.O., 2004 - Fertilization at planting impairs root system development and drought avoidance of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) seedlings. *Ann. For. Sci.* **61** : 643-651.

Jaenicke H. 1999- Potting substrate. What do seedling needs to grow well? *Agroforestry today.* **11** : 31-33

Hartz T.K., Johnstone P., 2006 - Nitrogen availability from high-nitrogen-containing organic fertilizers. *Hort Technology* **16 (1)** :39-42.

Kjeldahl J., 1983 - Neue Methode zur Bestmmung des Stickstoffs in organischen. Körpern. *Z. Anal. Chem.* **22** : 366-382.

Klock KA, Fitzpatrick GE. 1997 - Growth of impatiens 'accent red' in three compost products. *Compost sci Util* **5 (4)** : 26-30.

Garbaye J. 1986 - La production rapide de plants feuillus sur tourbe fertilisé. Les bases de la technique. *Rev. For. Fr.* **38 (3)** : 213-219.

Getachew M., 2014 - Effet of different potting mixture on the seedling growth and survival of Albizia gummifera and Cordia africana. *Journal of Natural sciences Research* **4(3)**

Ghanbari Jahroni M., Aboutalebi A., 2009 - Garden compost as a substrate for vegetable transplant production. *Acta Hort* **898** : 165-170.

Guedira A., Lamhamedi M.S., Satrani B., Boulmane M., Serrar M.et Douira A., 2012 : Valorisation des matières résiduelles et de la biomasse forestière au Maroc : 1- Compostage et confection de substrats organiques pour la production de plants forestiers. *Nature &Technologie* : 87-95.

Guehl J.M., Falconnel G. et Gruez J., 1989 : Caractéristiques physiologiques et survie après plantation de plants de Cedrus atlantica élevés en conteneurs sur différents types de substrats de culture. *Ann. Sci. For*. **46** : 1-14.

Gras R. 1987 : *Propriétés chimiques des substrats* In : *Les cultures hors sols* (D. Blanc, ed) INRA, Paris pp 79-126.

Herrara F., Castillo J. E., Chica A. F., Lopez Bellido L., 2008 - Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Bioresource Technology*, **99** : 287-296.

Kratky B. A. & Mishima H. Y., 1981 - Lettuce seedling and yield response to preplant and foliar fertilization during transplant production. Journal of American Society for Horticultural Science, **106 (1)** : 3-7.

Lamhamedi M. S. et Fortin J. A. 1994 - *La qualité des plants forestiers : Critères d'évaluation et performances dans les sites de reboisement.* In Actes de la première journée nationale sur les plants forestiers. Ed. M. Abourouh Centre de Recherche et d'Expérimentation Forestière, Rabat, Maroc. pp.35-55.

Lamhamedi M. S., Ksontini M., Fecteau B., Fortin J. A. Et Chantal M., 1995 - *Eléments de réflexion sur le substrat d'élevage des plants dans trois pépinières forestières pilotes en Tunisie* ; Projet Bird : N. 3601 TUN. Direction Générale des Forêts, Tunisie. Pampev Internationale, Montréal, Canada. 16 p.

Lamhamedi M. S., Ammari Y., Fecteau B., Fortin J. A. et Morgaolis H., 2000 - Problématique des pépinières forestière en Afrique du nord et stratégies d'orientation. *Cahiers Agriculture* **9** : 369-380.

Larbi M., 2006 - *Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques*. Thèse de Doctorat de l'Université de Neuchatel, 140p.

M'sadak Y., Hamdi W., Zaalani Ch., 2013 - Production et croissance des plants d'*Acacia* sur des substrats à base de tamisat de compost dans une pépinière hors sol (Tunisie). *Revue Agriculture*. **06** : 29-34.

Mustin M., 1987 - *Le compost : Gestion de la matière organique*, Ed. Dubusc F., Paris. 954p.

MARA-DEFCS , 1978 - *Guide Pratique du Reboiseur au Maroc*. Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols.

M'Hirit O., Samih A., Maiagnouv M., 1994 - Le Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Manetti). *Ann. Rech. For. Maroc*. **27 (1)**, 1- XXXVI, 361p.

Mhirit O.et Benchekroun F., 2006 - *Les écosystèmes forestiers et péri forestiers : Situation, enjeux et perspectives pour 2025*. pp.397-468.

Moral R., Paredes C., Bustamante MA. Marhuenda-Egea F., Berna MP., 2009 - Utilisation of manure composts by high-value crops: safety and environemental challenges: *Biores Technol* **100(22) :** 5454-5460.

Pagliarini MK., Castilho RM., Marlene C., 2012: Physical-chemical characterization of substratum component mixture with cellulose residue for seedling production. *Revista Brasileira de Agroecologia* **7(2)** :160-169.

Oztekin GB., Ekinci K., Tuzel Y., Merken O., 2016: Effects of composts obtained from two different composting methods on organic tomato seedling production. *Acta Hortic*. **1164** :209-216.

Perez-Murcia MD, Moral R ,Moreno-Caselles J, Perez-Espinosa A , Pardes C, 2006 - Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. *Bioresour Technol*. **97 (1)** : 123-130.

Petit J., Jobin P., 2005 - *La fertilisation organique des cultures – les bases*. Fédération d'Agriculture Biologique du Québec, 52p.

Riedacker A. 1978 a - Premiers essais d'élevage de plants de chêne et de hêtre sur tourbe et sous tunnel plastique. *Rev. For. Fr.* **30 (6)** : 453-458.

Sanchez-Monedero M., Roig A., Cegarra J., Bernal M.P., Noguera P., Abad M., Anton A., 2004 - Composts as media constituents for vegetable transplant production. *Compost Science & utilization* **12 (2)** : 161-168.

Sung W.L., Byeong Y.Y., Dong Y.H., Geun S.H., Chun G.P. Tae S.K. et Seon W.C. 2007 - Effect of compost application level on seedling growth of *Panax ginseng* C.A. Meyer. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **15 (2)** : 138-141.

Stoffella P. J. and Kahn B. A., (Eds,) 2001 - *Compost utilization in horticultural cropping systems* Lewis Publishers, New York, USA, 413 p.

Tittarelli F., Rea E., Verrasto V., Pascual JA., Canali S., Ceglie FG., Trinchera A., and Rivera CM., 2009 - Compost-based nursery substrates: effect of peat substitution on organic melon seedling. Compost *Sci. Util.* **17 (4)** :220-228.

Tuzel Y., Oztekin G.B. and Tan E. 2015 - Use of different growing media and nutrition in organic seedling production. *Acta Hortic.* **(22) 1107** :165-171.

Tuzel IH., Varol N,. Oztekin GB., Ekinci K., Merken O., 2016 - Effects of composts obtenaied from olive oil production wastes on organic tomato seedling production. *Acta Horti* **1164** : 217-224.

Verdonck O., Rd P, De Boodt M. 1983 - The physical properties of different horticultural substrates. *In:* International Symposium on substrates in Horticulture other than soils In Situ 150: 155-160.

Zeynep D., Coskun G. 2015 - Effects of rice husk compost application on soil quality parameters in greenhouse conditions. *Eurasian J Soil Sci*. **4 (3)** : 185-190.

Zraibi L., Chaabane K., Berrichi A., Sbaa M., Badaoui M., Zarhloule Y. and Georgiadis M., 2015 - Assessment of the agronomic value of the sludge compost for the wastewater treatment plant from Nador city. *J. Mater Environ. Sci*. **6 (10)**: 2975-2985.

Normes de publication dans le *Journal de Botanique*

Instructions aux auteurs

Les manuscrits des articles doivent être fournis **sous format informatique** (logiciel Word) avec les coordonnées de chaque auteur (adresse, téléphone et courriel).
Ils sont à adresser à l'adresse suivante : **publicationJB@societebotaniquedefrance.fr**

Les illustrations, en noir&blanc ou en couleurs, sont à fournir au format «image» en .jpeg avec la résolution minimale de 380 dpi. Chaque figure (graphe, photographies, carte…) sera référencée dans le texte (de la figure 1 à n).

Les tableaux de données et tableaux phytosociologiques doivent être définitifs et reproductibles en l'état (excel ou word). Une attention particulière sera portée par les auteurs à la comptabilité avec le format d'impression A4.

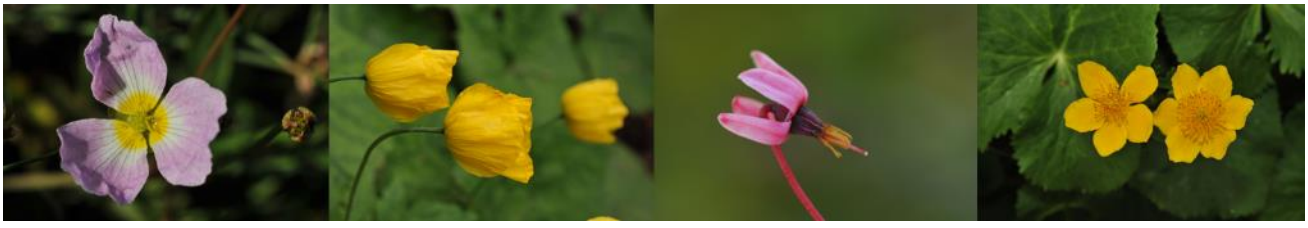
Le texte des manuscrits doit être parfaitement corrigé et exempt de fautes de français ou d'orthographe.
Les manuscrits sont soumis à un Comité de lecture. Le Rédacteur fait connaître aux auteurs l'avis du Comité sur l'insertion, les modifications souhaitées ou le rejet des manuscrits. Les auteurs conservent l'entière responsabilité de la teneur des textes publiés.
L'auteur doit également retourner le **contrat de cession** des droits d'auteur signé ; il lui appartient le cas échéant d'obtenir l'accord formel de ses co-auteurs, ainsi que celui de son institution si nécessaire. Un modèle est téléchargeable sur le site de la SBF.

Présentation des textes

Le texte doit se conformer aussi strictement que possible à la présentation de la revue.
Le manuscrit indique le titre, les auteurs avec leurs coordonnées, les résumés en français et en anglais.
Pour les noms botaniques, la nomenclature utilisée doit être conforme à *APGIV* pour les familles et *Flora Gallica* pour la France métropolitaine. Pour l'Europe et les autres régions, les auteurs indiqueront les *Index* utilisées en référence. La nomenclature doit être homogène dans tout le texte.
Tous les noms latins de plantes seront en italique dans le texte.
Les citations bibliographiques, les légendes des figures sont mentionnées dans le texte.
La bibliographie est placée en fin d'article. La présentation des références doit être identique à celle des numéros parus du journal :

- les noms d'auteurs référencés ou non, en minuscules (première lettre en Majuscule) ;
- le titre entier de la référence bibliographique en minuscules sans enrichissement (gras, souligné, etc. exclus) ni justification ou césures, capitales (majuscules) en début de phrase et pour les initiales des noms propres ;
- les noms des périodiques en italique.

Exemples :
Foucault B. (de), 1999 - Nouvelle contribution à une synsystématique des pelouses à thérophytes. *Doc. Phytosoc*. NS**, VI** : 203-220.
Charpin A., 2017- Dictionnaire des membres de la Société botanique de France (1854-1953). *J. Bot. Soc. Bot. France* , hors-série : 1-604.

Tirés à part

La revue fournit à chaque auteur le fichier en .pdf de sa publication. Ce fichier sera transmis aux auteurs dans un délai de 2 semaines après la parution du numéro.